

SCInn'Auvergne

Un réseau expérimental de Systèmes de Culture
Innovants et Performants en Auvergne



Guide des protocoles SCInn'Auvergne

**Caractérisation et suivi de
l'expérimentation système de
culture en parcelle agriculteur**

Document réalisé dans le cadre du projet SCInn'Auvergne.

Ce document n'est en aucun cas diffusable pour d'autres usages sans avis préalable des auteurs.

Avant-Propos

Ce document a pour but de rassembler et de préciser les protocoles à mettre en place pour la caractérisation des parcelles support et le suivi, dans le cadre d'une expérimentation systèmes de culture innovants. Il est issu des concertations entre les différents partenaires du Comité Technique restreints de SCInn'Auvergne.

Ces modes opératoires ont pour objectifs de caractériser le sol des parcelles support d'expérimentation ainsi que de suivre les successions culturales. Ils sont nécessaires pour déterminer l'impact des pratiques culturales sur le fonctionnement du sol et sur le développement des différentes cultures. Ils permettent d'obtenir des indicateurs utiles pour l'évaluation des systèmes, afin de déterminer si ceux-ci répondent entièrement ou en partie aux enjeux et attentes des agriculteurs et pilotes de l'expérimentation. Ces modes opératoires permettent également le pilotage des systèmes de culture (fertilisation, traitement phytosanitaires) en accord avec les règles de décision établis dans les schémas décisionnels.

Ce dossier propose la méthodologie à mettre en place sur les 5 sites en réseau sur le territoire auvergnat. Il est à adapter selon la localisation de l'essai.

A l'intérieur de ce guide sont référencés l'ensemble des protocoles inscrits dans le socle commun régional et les protocoles facultatifs à mettre en place dans les sites, en fonction de la priorisation des enjeux locaux. Une synthèse du dispositif expérimental par culture sera abordée à la fin de ce guide pour résumer l'ensemble des modes opératoires.

Chaque protocole permet de remplir une ou plusieurs fonctions. Pour chacun, un pictogramme indiquera à quelle(s) fonction(s) se référer.

Les trois pictogrammes sont les suivants :

Piloter l'expérimentation



Evaluer



Caractériser les parcelles



Sommaire

1. Identification d'une zone homogène dans la parcelle agricole et saisie des observations et mesures.....	3
2. Listes des protocoles de caractérisation et de suivi des parcelles.....	6
3. Protocoles du socle commun régional	
a. Caractérisation pédoclimatique.....	9
b. Observation des facteurs limitants.....	32
c. Diagnostic des cultures.....	46
4. Protocoles ajustables	
a. Suivi de la culture et des bioagresseurs.....	84
b. Suivi de la culture intermédiaire.....	88
5. Récapitulatif des protocoles à réaliser par culture.....	91
❖ Céréales d'hiver : blé, orge ou triticale.....	93
❖ Maïs grain.....	94
❖ Colza.....	95
❖ Tournesol.....	96
❖ Pois ou féverole.....	97
❖ Culture intermédiaire.....	98
❖ Calendrier annuel.....	98 bis
Bibliographie.....	99



Identification d'une zone homogène dans la parcelle agricole et saisie des observations et mesures

1- Identification d'une zone homogène dans la parcelle agricole

Afin de suivre une parcelle agricole sur plusieurs campagnes, il est nécessaire de réaliser une caractérisation agro-météorologique avec des indicateurs de fonctionnement du sol, de climat, pouvoir modéliser et comprendre la campagne et le potentiel de rendement. L'observation de facteurs limitants comme les adventices, les maladies, les ravageurs ou les accidents climatiques est également primordiale. Enfin, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic de la culture pour caractériser l'état de nutrition azotée et hydrique, et déterminer les composantes de rendement.

L'ensemble de ce suivi demande de mettre en place des protocoles précis au fur et à mesure des campagnes. La difficulté réside dans l'échantillonnage de certains protocoles.

La méthode adoptée pour ce projet consiste à **réaliser l'ensemble des modes opératoires sur une zone homogène de la parcelle de 20 m par 20 m soit une surface de 400 m². On ne cherche pas à rendre compte de l'intégralité de la parcelle.**

Pour chaque site, la zone homogène doit être déterminée par un échange préalable avec l'agriculteur. Cette zone homogène doit être choisie sur la base de critères homogènes sur cette surface.

- Le potentiel de rendement doit être similaire sur la zone étudiée.
- Les caractéristiques liées au sol doivent être les plus proches possibles.
- En ce qui concerne la pression des adventices, il est judicieux d'observer une zone sur laquelle la population d'adventices est relativement semblable en densité et en nombre d'espèces présentes.
- Il est nécessaire d'éviter les passages de roues des engins dans cette zone.

Cette surface doit être délimitée clairement et géo-référencée pour permettre la continuité au cours des années d'expérimentation.



Figure 1 : Zone homogène dans la parcelle "agriculteur" Source : ARVALIS

2- Collecte et saisie des observations et des mesures

Les protocoles vont permettre de réaliser des observations et/ou des mesures. Des grilles de notation pour le terrain sont disponibles dans ce guide à la suite de chacun d'entre eux.

Il faudra pour tous, compléter le masque Silena (fichier Excel) avec la totalité des informations récoltées. Les photographies prises sur les parcelles seront également inscrite dans ce fichier.



Listes des protocoles de caractérisation et de suivi des parcelles

Les protocoles utilisés dans cette zone d'observation et de mesure, se divisent en deux parties : le socle commun régional et les protocoles ajustables par site en fonction des enjeux.

1- Socle commun régional

Le socle commun régional récence ci-dessous les protocoles selon trois thématiques :

➤ Caractérisation pédoclimatique

- analyse de terre (granulométrique, physico-chimique et biologique)
- profil cultural
- test bêche
- test d'infiltrométrie Beer Kan
- litter bag
- pilotage du travail du sol

➤ Observation de facteurs limitants

- BSV maladies et ravageurs suivi standard
- note de satisfaction de l'enherbement
- piégeage d'auxiliaires avec des pots Barber

➤ Diagnostic des cultures

- photographie de la parcelle
- biomasse et Nabs → INN (dépendent de la culture)
- analyse de RSH et de RPR (dépendent de la culture)
- pesées des parties aériennes pour utilisation de la réglette azote (colza)
- stades des cultures
- composantes de rendement par culture :
 - Estimation du nombre de plantes/m²
 - Estimation du nombre d'épis/m² (maïs et céréales à pailles)
 - Détermination du PMG (toutes cultures) et nombre de grains/épi (céréales à pailles)
 - Estimation nombre de siliques/m²
 - Détermination du taux de protéines
 - Estimation du peuplement par m² pour (tournesol, colza et pois) et de la régularité du tournesol
 - Evaluation de la longueur du pivot et de l'élongation en colza
 - Pesées des parties aériennes pour le colza
 - Détermination de la verse à la récolte et du nombre de pieds secs pour le colza
 - Etat de l'enracinement du tournesol
 - Estimation du poids frais aérien pour protéagineux
 - Estimation du nombre de gousses/plantes et nombre d'étages fructifères/plantes puis par m² (protéagineux)

2. Protocoles ajustables par site d'expérimentation

Les protocoles ajustables selon les objectifs des sites sont recensés ci-dessous :

➤ **Suivi de la culture et des bioagresseurs**

- Cartographie des vivaces
- Analyse de résistance des adventices aux herbicides
- Piégeage de limace et estimation des dégâts
-

➤ **Suivi de la culture intermédiaire**

- Suivi des cultures intermédiaires (biomasse et Nabs, photo de la parcelle)



Protocoles du socle commun régional :

Caractérisation pédoclimatique

❖ **Analyse de terre**

Issu de : (Celesta-Lab, 2015)



- **Objectifs :**

Caractériser le sol par des analyses physico-chimique, granulométrique et microbienne. Obtenir des indications sur le fonctionnement du sol.

- **Principe :**

Prélever pour les 3 horizons (0-30, 30-60 et 60-90 cm) des échantillons de terre qui seront envoyés au laboratoire pour analyse. Echantillon à prélever au sein de la zone homogène de 20 m par 20 m pendant l'automne.

- **Matériel :**

- Tarière
- Seau de prélèvement
- Sac d'échantillon

- **Mise en place :**

Prélèvements :

Prélever dans la zone homogène représentative du comportement général de la parcelle. Repérer la zone de prélèvement précisément pour pouvoir revenir dessus lors des futurs prélèvements et contrôles. Réaliser quinze prélèvements minimum avec une tarière ou une bêche sur une profondeur de 0 à 20 cm. Bien prendre soin d'enlever le maximum de débris grossiers (morceaux de racine, feuilles...). Mélanger ces prélèvements élémentaires dans un seau propre, et prélever l'échantillon final 400 à 800 g. 400 g si une seule détermination et 800 g si plus d'une détermination. Pour l'année 1 faire des échantillons de 800 g.

Recommandations :

- Eviter de prélever en période de stress hydrique ou thermique important
- Il ne doit pas y avoir eu d'apport d'engrais ou d'amendement minéral cuit lors des 3 derniers mois et pas d'enfouissement de matière organique lors des 3 derniers mois
- Le sol doit être ressuyé.

Fiche de renseignement :

Remplir correctement la fiche de renseignement, préciser la date de prélèvement et joindre un bon de commande précisant les modules ou menus choisis. Veiller à référencer la fiche de renseignement et l'échantillon de la même manière.

Conservation et expédition des échantillons :

Pour les caractéristiques biologiques, les terres doivent être conservées à l'état frais, non séchées (utiliser des sacs étanches), à l'abri de la chaleur ou du gel (>0°C).

Les terres doivent être expédiées rapidement, type Colissimo (48h) par la poste ou transport express (24h).

L'adresse d'expédition des échantillons : Celesta-Lab

ZA Mas Des Cavaliers
154 Rue Georges Guynemer
34 130 MAUGUIO

Eviter les expéditions durant le week-end.

❖ **Mini profil cultural**

Issu de : (ISARA Lyon, 2015)



- **Objectifs :**

Compléter l'évaluation de la fertilité physique et biologique des sols, notamment la structure du sol dans la couche arable et sous-jacente. Le profil cultural permet de vérifier l'incidence des pratiques culturales sur l'enracinement des cultures, sur la vie du sol et sur l'agencement des états structuraux dans les différents étages de la couche arable. Il permet d'apporter des explications complémentaires lors du diagnostic agronomique des cultures.

- **Principe :**

Il consiste à réaliser une tranchée, perpendiculaire au travail du sol, pour mettre en évidence les différents horizons avec une bêche et un couteau et à analyser manuellement les différents états structuraux. Une observation par différents critères est réalisable.

- **Matériel :**

- Bêche
- Couteau
- Feuille de notation
- Mètre

- **Mise en place :**

Localisation du profil et période pour le réaliser :

Creuser le profil en dehors de la zone de 20 m par 20 m. L'idéal est de réaliser une fosse de 1,50 m de profondeur sur 50 cm sur 2 à 3 m (moitié de semoir). Il faut creuser la fosse perpendiculairement à la direction de circulation sur la parcelle, et veiller à ne pas circuler autour de la face à observer (ni à pied ni avec le tractopelle). La période idéale pour l'observation se situe pendant que la culture est en végétation et où le sol est suffisamment humide (printemps ou automne).

Une fois le trou creusé rafraîchir la paroi à observer à l'aide d'un couteau, c'est-à-dire gratter la terre compactée par le travail de la bêche lors de la création de la fosse.

Interprétation du profil :

Tout d'abord, identifier les couches du sol

Distinguer les différentes couches du sol :

- **lit de semence** (sur les premiers cm),
- **couche arable** (entre 15 et 30 cm selon le travail du sol effectué, elle contient la majorité de la MO, et est fortement colonisée par les racines),
- **semelle de labour** (plus ou moins distincte elle est compacte),
- **sous-sol** (couche non travaillée, elle joue un rôle important dans le captage d'eau et de nutriments, ainsi que dans les mouvements d'eau).

Pour chacune de ces couches plusieurs éléments peuvent être caractérisés :

- **L'humidité de la terre :**

A estimer au toucher en pressant la terre. Humide elle est plastique ou molle, sèche elle est dure.

- **La couleur de la terre :**

Elle indique l'état d'aération et de saturation du sol, ainsi que son taux de matière organique. Plus la couleur est sombre, plus le taux d'humus est élevé.

Des taches bleu-gris (réduction du fer) indiquent des conditions pauvres en oxygène (qui entraînent une limite de la croissance des racines et freinent la décomposition des minéraux). Elle peut être signe d'hydromorphie. Des taches de couleur « rouille » (oxydation du fer) indiquent des conditions riches en oxygène avec la présence de nappe d'eau fluctuante.

- **La texture du sol :**

La texture peut s'apprécier par le toucher. La teneur en argile s'estime par la méthode du « boudin de terre humide ». Il s'agit d'essayer de rouler l'échantillon de terre fine en un boudin de 5 à 10 mm de diamètre après humidification.

- Boudin impossible à fabriquer : moins de 10 -12 % d'argile
- Roulé sur la paume de la main, le boudin se fragmente : moins de 18 % d'argile
- Le boudin ne se fragmente pas mais ne peut être enroulé en anneau : entre 18 et 25 % d'argile
- L'anneau peut être réalisé et ne se brise pas plus de 25-30 % d'argile

Afin de réaliser ce test, il faut veiller à avoir une humidité suffisante mais non excessive pour permettre le pétrissage: si trop sec, rajouter de l'eau. L'appréciation tactile de la texture est une opération subjective mais qui peut donner une estimation pour aider à l'interprétation du profil.

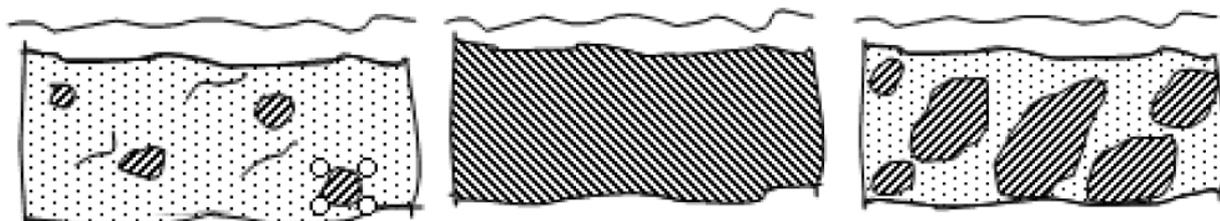
- **L'enracinement :**

L'observation de l'enracinement consiste à caractériser comment les racines se développent (galerie de vers de terre). On peut «évaluer le développement, la profondeur, le genre de racine (ancienne, active, fines radicules, endommagées), la forme des racines (tortueuse et atypique sont le signe d'un problème de structure), l'intensité des racines et la distribution des racines dans les différentes couches.

- **La structure :**

➔ **Observer le mode d'assemblage des mottes :**

Suite à un prélèvement d'une motte de terre du profil, l'ouvrir en deux grâce à la pression exercée par les mains. A l'intérieur, on peut observer l'aspect des agrégats (grumeleux, arrondi-anguleux ou anguleux). Se référer au schéma ci-dessous.



**Etat O : terre fine
abondante, mottes de
petits calibres**

Dominance F et SF, sans
cavités importantes.

Typique d'une bande de
labour fortement émiettée

**Etat C : pas d'éléments
structuraux
individualisés**

Dominance M et SD, sans
cavités importantes.

Typique d'un effet de
compactage post labour

**Etat B : peu de terre
fine, mottes de gros
calibres séparées par
des vides**

Cavités structurales
importantes

Typique d'une bande de
labour peu fragmentée

Figure 2 : Typologie des états de la structure Source : ISARA

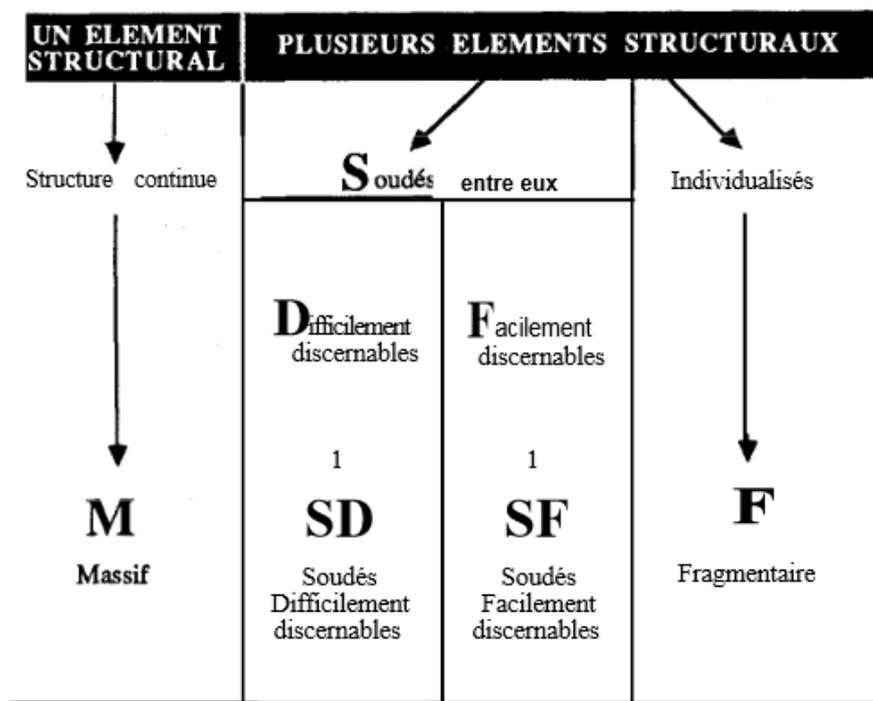


Figure 3 : Typologie des éléments structuraux Source : ISARA

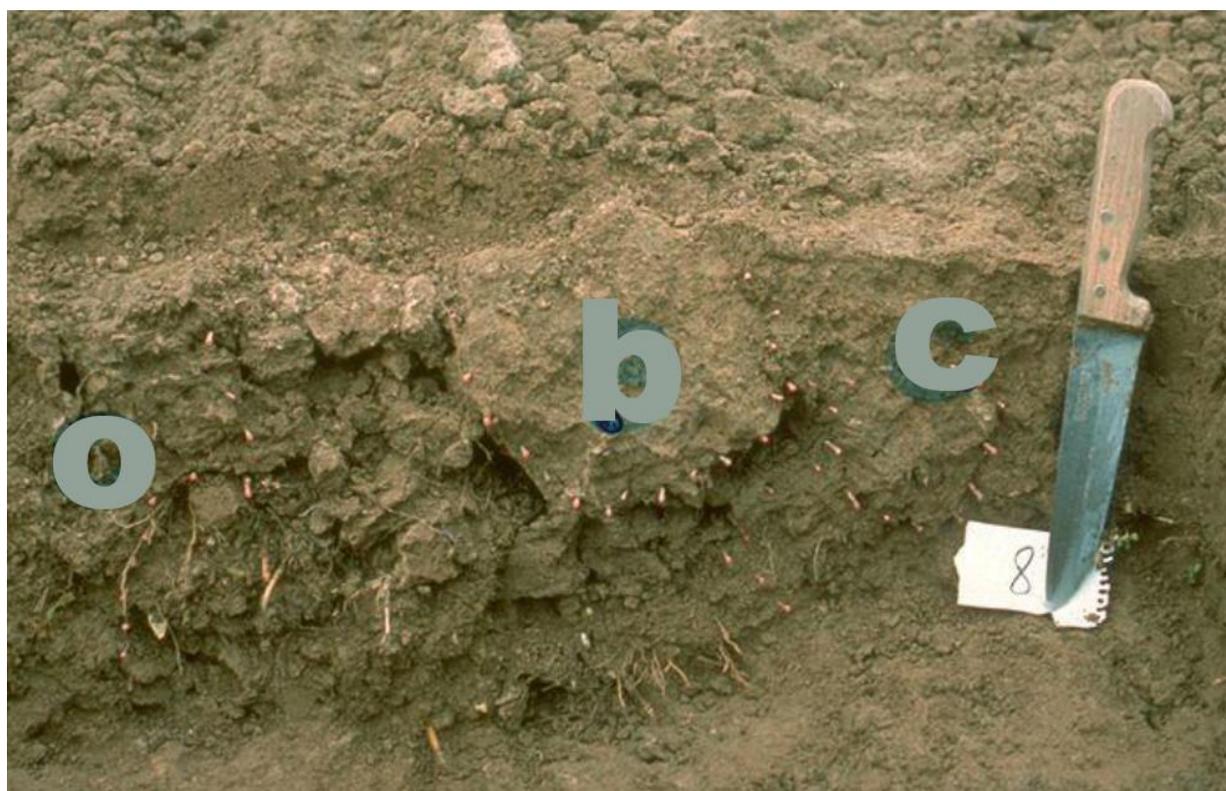


Figure 4 : Planche pour comparaison de l'état des mottes

Source : ISARA

→ **Observer l'état interne des mottes :**

Suite à un prélèvement d'une motte de terre du profil, l'ouvrir en deux grâce à la pression exercée par les mains. A l'intérieur, on peut observer l'aspect des agrégats (grumeleux, arrondi-anguleux ou anguleux) et l'état de la motte : friable (Γ), compacte (Δ), compacte avec apparition de fissures ou porosité biologique (Δo).



Mottes de type Gamma (Γ) : beaucoup de macroporosité visible à l'œil



Mottes de type Delta (Δ) : aucune macroporosité visible à l'œil



Mottes de type Delta Zero ($\Delta 0$): quelques macropores visible à l'œil – type galeries de vers de terre, passage d'une racine

Figure 5 : Planche comparative typologie des mottes Source : ISARA

- **La porosité :**

Plus il y a de trous et de fentes plus il y a de porosité. L'estimation du nombre de galeries de vers de terre peut être un indicateur de porosité.

- **Vie du sol :**

Une bonne activité du sol s'exprime par un bon enracinement de la culture, la présence de suffisamment de fissures et de galeries (eau et air circulent), et une bonne décomposition de la matière organique.

Des vers de terre peuvent être observés. Ils sont classés en 3 groupes :

- Epigés : vivent dans la litière et la décomposent
- Endogés : vivent dans le sol et creusent des galeries horizontales, ils recyclent les racines mortes.
- Anéciques : qui creusent des galeries verticales.

Il est important que les trois types de vers de terre soit présent en vue de leur complémentarité.

Conseil :

Il est possible de réaliser une photographie de l'ensemble du profil avec un mètre pour donner une indication d'échelle.



Figure 6 : Photographie "mini" profil Source : ProsenSol

La fiche de notation suivante permet de grouper les interprétations. Elle peut être complétée par des schémas et photographies.

Profondeur (cm)	Couches à observer				Interprétation
	Lit de semis	Couche arable	Semelle	Sous-Sol	
Caractère pierreux ?					
Couleur/tâches ? - Bleu-gris - Rouge-rouille					Manque d'oxygène Niveau d'eau fluctuant
Humidité ?					
Résidus de culture, fertilisants organiques, interculture, non décomposés					Vie du sol trop peu active
Enracinement : - Intense dans la couche culturale ou motte herbeuse et/ou racines présentes dans le sous-sol - Faisceau de racines dans les galeries - Croissance (tortueuse, noduleuse, malade...)					Bien Bien Compaction ou maladie
Éléments structuraux (en %) : - Grumeleux - Arrondi-anguleux - Anguleux/lamellaire → Situation idéale	<i>100 % d'agrégats grumeleux, en tout cas dans les pâtures</i>	<i>Min 25 % d'agrégats grumeleux, pas d'éléments anguleux</i>		<i>Jusqu'à 50 cm : 25 % d'agrégats grumeleux ou arrondi-anguleux</i>	Bien Bien Compaction
Enracinement à l'intérieur des agrégats ?					Bonne porosité, pas de compaction
Porosité : - Absente, sol très compacte - Ci-et-là une galerie d'une racine ou de la vie du sol - Structure grumeleuse / ouverte, agrégats poreux					Compaction, vie du sol non active Bonne structure et porosité, vie du sol
Vers de terre et galeries à l'intérieur des agrégats ? Turricules de vers de terre et/ou boulettes fécales de carabes ?					Pas de compaction, vie du sol active
Agencement des mottes ?					
Etat interne des mottes ?					

❖ **Test bêche**

Issu de : (ISARA Lyon, 2016)



- **Objectifs :**

Évaluer la structure du sol par une évaluation visuelle d'un bloc de terre (de la taille d'une bêchée), extrait du sol. Permet d'assurer un suivi simplifié de la structure du sol comme facteur explicatif de l'élaboration du rendement le long du cycle cultural.

- **Principe :**

L'état structural du sol est évalué suite à la fracturation du bloc de terre récupéré dans les 25 premiers cm du sol. Les observations visuelles sont à renseigner dans une fiche de notation terrain. Celles-ci permettront d'attribuer une note « structure du sol ».

- **Matériel :**

- Bêche
- Planche comparative
- Fiche de notation
- Bâche
- Mètre

- **Mise en place :**

Période et fréquence pour les cultures annuelles :

Chaque test doit être réalisé au sein de la zone homogène. 6 répétitions du test devront être effectuées. Ce protocole est à réaliser chaque année. Selon la période à laquelle il est fait, il permet d'évaluer le lit de semence, le travail du sol ou de comprendre les résultats d'élaboration du rendement.

Il ne peut être réalisé que dans les conditions où il est possible de creuser (pas trop sec) et d'autre part où il est possible d'observer (pas trop humide).

Mode opératoire :

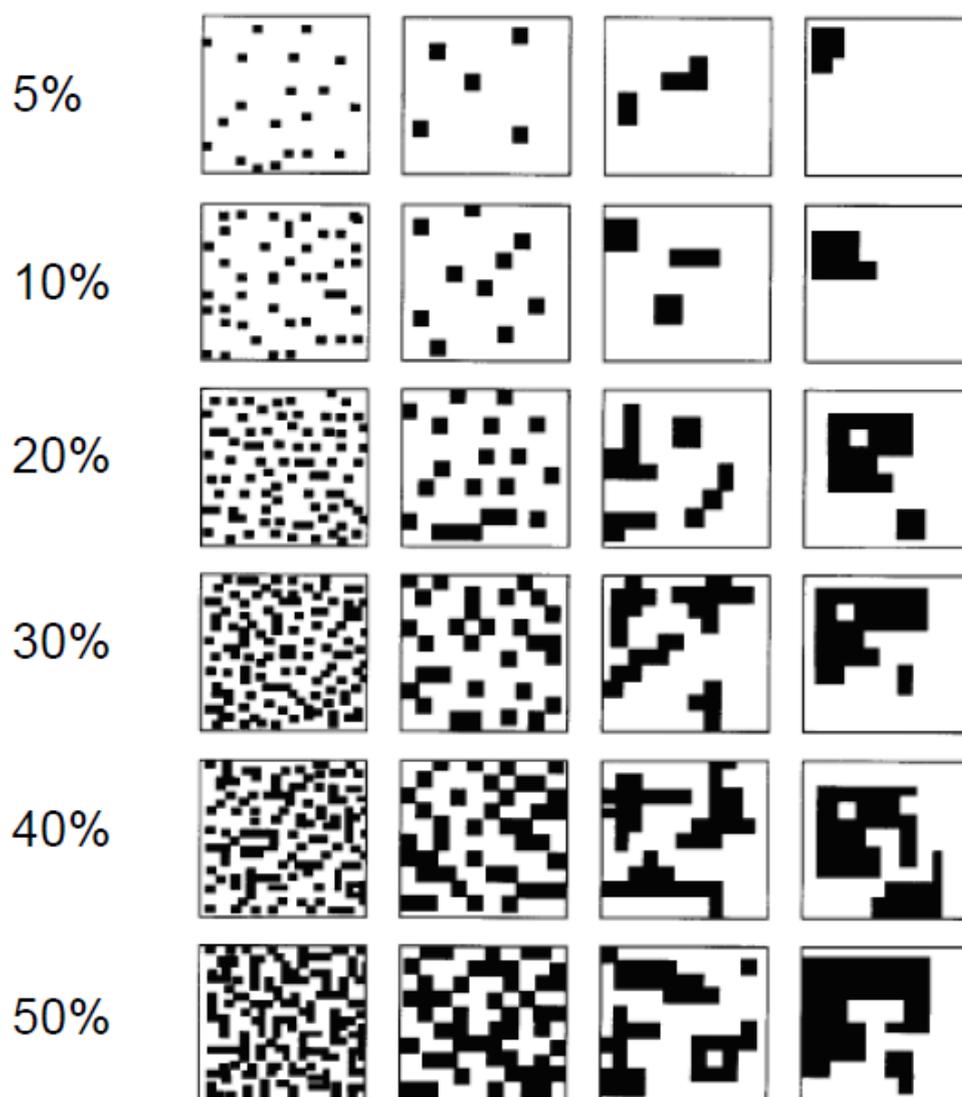
L'ensemble des observations vont être reportées dans une fiche de notation, présentée à la fin de ce protocole.

➔ Observation de la surface du sol :

Évaluer le % de recouvrement du sol par les adventices et la culture et/ou le mulch en place ainsi que le % de surface du sol occupée par les éléments grossiers. Une grille pour estimer le pourcentage de recouvrement est fournie ci-dessous.

Noter également la présence d'une croûte de battance, de turricules de vers de terre et de fissures à la surface du sol.

Fiche d'estimation du recouvrement du sol par les cultures + adventices et/ou le mulch ainsi que par les cailloux



Bayley, D (2001) *Efficient Weed Management*. NSW Agriculture Paterson NSW

Figure 7 : Fiche d'estimation du recouvrement du sol par les cultures, les adventices et les cailloux Source : ISARA

➔ **Extraction du bloc de sol :**

À l'aide d'une bêche, prélever un volume de sol de 20 cm * 20 cm sur 25 cm de profondeur. Pour faciliter le prélèvement, il est conseillé de réaliser une prétranchée pour dégager le bloc de sol (minimum 30 cm de profondeur). Il faut prédécouper les côtés du bloc de sol à la bêche. Attention à ne pas piétiner le sol où on va prélever le bloc et de ne pas sauter sur la bêche pour l'enfoncer.

➔ **Après avoir extrait le bloc de sol on mesure les dimensions et on observe la tenue de ce bloc de sol sur la bêche :**

Mesurer les dimensions du bloc de sol réellement extrait. Observer la tenue de ce bloc sur la bêche. S'il ne tient pas sur la bêche, compter le nombre de sous-blocs formés. Regarder également la présence éventuelle de racines et de résidus. Noter les observations sur la fiche terrain.

Ensuite, observer et mesurer la profondeur des différents horizons visibles à l'œil (travaux du sol à différentes profondeurs).

➔ **Ensuite, on pose le bloc de sol sur la bêche (ou les sous-blocs) :**

Observer si le bloc se tient sur la bêche. S'il tient, compter le nombre de fissures présentes (on applique une légère pression sur le bloc pour les mettre en évidence). Si le bloc se désagrège en plusieurs sous-blocs, les compter.

➔ **Une fois le ou les blocs de sol comptés et disposés sur la bêche, on va déterminer la structure des mottes qui les composent.**

Pour cela, organiser l'observation des différents horizons en les séparant et les répartissant sur la bêche en respectant l'ordre d'apparition. Ensuite, on fractionne manuellement les blocs de sol pour obtenir des mottes d'environ 3 à 5 cm de diamètre en mettant de côté la terre fine. On détermine le pourcentage de terres fines par rapport au volume de sol prélevé. Puis on caractérise la structure de chaque motte :

- Mottes Δ (delta) : une surface lisse sans porosité visible à l'œil
- mottes Δ_b (delta b) : mêmes propriétés que Δ avec des macroporosités biologiques (turricules de vers de terre et galerie)
- mottes Γ (gamma) : arrondis, avec une surface rugueuse/grumeleuse et une porosité visible à l'œil

On détermine le pourcentage de chaque motte et de terre fine pour l'ensemble du bloc extrait à la bêche.

➔ **Interprétation du test bêche :**

Détermination du mode d'assemblage des mottes grâce à l'arbre de décision ci-après. Les 3 modes possibles sont :

- Structure ouverte (O) : les éléments structuraux du sol sont dissociés
- Structure ouverte à tendance continue (O/C) : sol ouvert se reprenant en masse
- Structure continue (C) : les éléments structuraux ne sont pas dissociés

L'ajout du suffixe « R » au mode C permet de noter la présence d'un(e) (R) ou de plusieurs ($\geq 2R$) fissures ou sous-blocs. Cela peut montrer l'effet du gel/dégel ou des activités biologiques.

Ensuite, grâce à la proportion des différentes mottes au sein du bloc, déterminer quel volume de motte est dominant dans l'échantillon en suivant les règles de décision présentes dans le tableau suivant l'arbre de décision :

- Dominance de terre fine et/ou Γ
- Dominance de Δb et Γ ou de terre fine $> \Delta$
- Dominance de Δb et Γ ou terre fine $< \Delta$
- Dominance de Δ et Γ ou terre fine $> \Delta b$
- Dominance de Δ et Γ ou terre fine $< \Delta b$

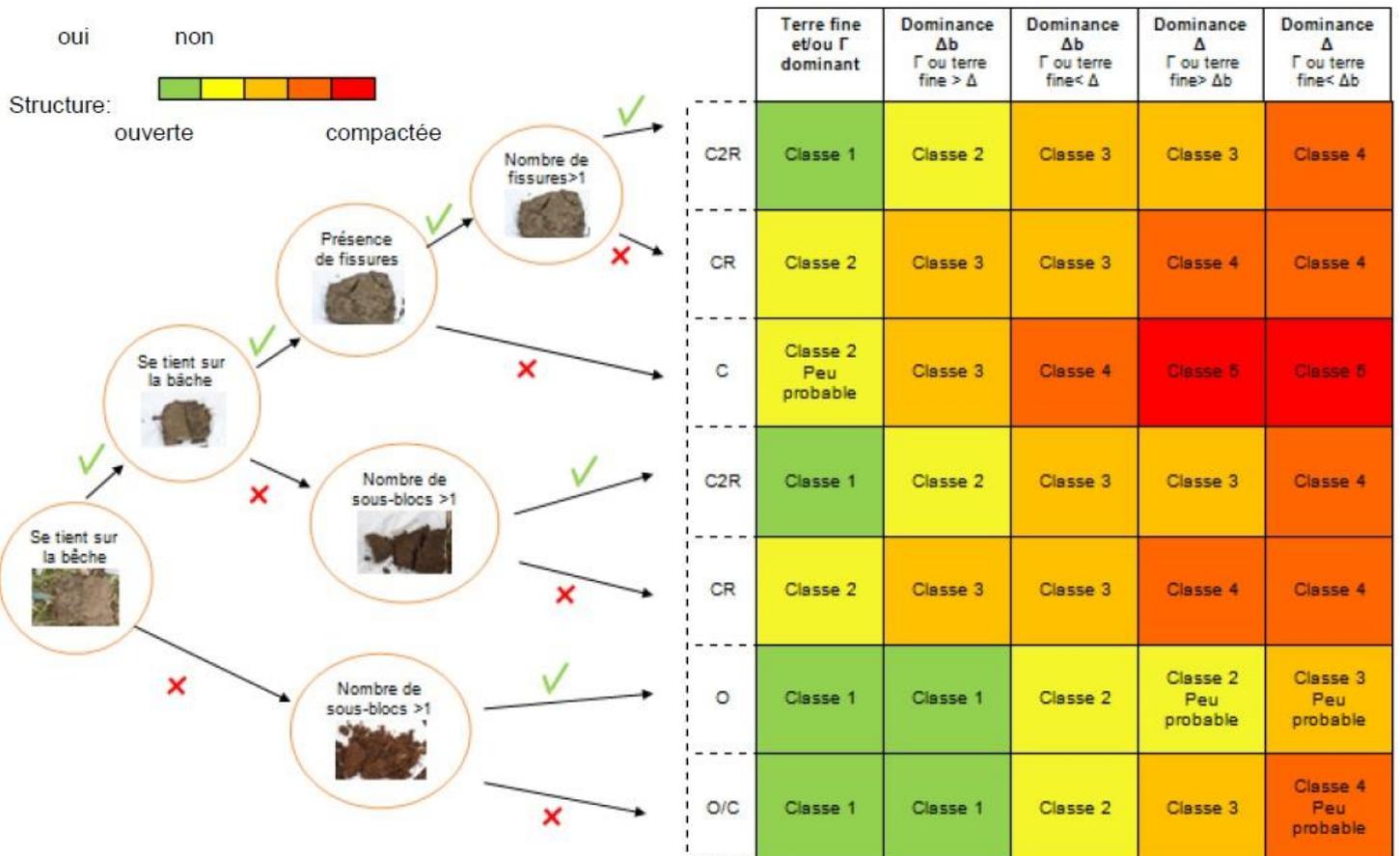


Figure 8 : Interprétation du test bêche Source : ISARA, 2016

En croisant le mode d'assemblage des mottes et la dominance du type de motte, on obtient une classe de tassement :

- Classe 1 : structure du sol ouverte, très poreuse, aucun tassement
- Classe 2 : léger tassement
- Classe 3 : tassement modéré, à surveiller
- Classe 4 : tassement présent, à surveiller, envisager une action corrective
- Classe 5 : structure compactée, peu de porosité, tassement sévère, action corrective nécessaire

En cas de classe 4 ou 5, il est conseillé d'effectuer un profil cultural pour approfondir le diagnostic et déterminer la cause du tassement.

L'ensemble des observations doivent être reportées dans la fiche de notation terrain (Cf. page suivante).

Informations générales			
Date :		Localisation (schéma) :	
Nom de l'agriculteur :			
N°parcelle :			
N°répétition :			
Conditions de réalisation : (sol sec, ressuyé, ...)			
Etat de surface du sol			
% couverture du sol :% de la surface		Croûte de battance :	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Type de couverture :		Turricules :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
% recouvrement en cailloux :% de la surface		Fissures :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Taille des cailloux : De.....cm àcm			
Observation du bloc de sol			
Bêche (phase 1)		Bâche (phase 2)	
Tient sur la bêche : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non		Tient sur la bâche : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	
Dimension du bloc :		Nombre de blocs/sous-blocs :	
Nombre de blocs/ sous-blocs:			
Présence de racines : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non			
Présence de résidus : <input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non			
Structure des mottes et Indicateurs et profondeur			
⚠ Ne pas oublier de le remplir pour chaque horizon (H) identifié			
	H1	H2	H3
Profondeur :			
% terre fine :			
% de mottes Δ :			
% de mottes Γ :			
% de mottes Δb :			
Fissures :	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non
% Cailloux :			
Racines :	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non
Vers de terre :	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non
Hydromorphie :	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non
Résidus de culture :	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui / <input type="checkbox"/> non
Résultats			
(A remplir avec la fiche terrain et la fiche d'interprétation des résultats)			
Mode d'assemblage			
et type de motte dominant :			
Classe :			

❖ **Test d'infiltrométrie de Beer Kan**

Issu de : SolAB, 2013



- **Objectifs :**

Le test d'infiltrométrie de Beer Kan simplifié permet d'évaluer l'effet de la macroporosité sur le temps d'infiltration de l'eau dans le sol, en condition de sol humide et ressuyé. Ce test permet par exemple de comparer l'effet de différents outils de travail du sol sur la porosité, de localiser les zones de compaction ou bien de voir l'impact de l'application d'un système de culture.

- **Principe :**

Le test consiste à mesurer la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol. Un volume d'eau déterminé est versé dans un cylindre enfoncé à la surface du sol. Le temps nécessaire à l'infiltration complète du volume d'eau versé est noté. L'opération est répétée jusqu'à ce que le temps d'infiltration se stabilise.

- **Matériel :**

- Bouteilles d'eau d'1L au minimum (une dizaine au minimum)
- Bidons d'eau (réserve pour les répétitions = 50L au minimum)
- Cylindre biseauté de 30 cm de diamètre et 15 cm de haut (PVC ou métal)
- Masse et cale
- Couteau et soufflet si la surface n'est pas plane
- Ciseaux
- Voile plastique de 60 cm de diamètre
- Tige métallique pour les sols avec des galeries de rongeurs
- Chronomètre
- Feuille et stylo

- **Mise en place :**

Conditions de mise en œuvre :

Le test doit être réalisé dans un sol humide, ressuyé et non-gelé. Il n'y a donc pas de périodes préférables dans l'année. Concernant le nombre de répétitions, il faut en compter environ 6 par modalité étudiée (parcelle, travail du sol, texture, etc). La date du dernier travail du sol peut avoir son importance tant la porosité peut évoluer rapidement.

Préparation de la zone d'étude :

La zone d'étude doit être une surface plutôt plane afin que l'eau se répartisse de manière homogène. La pente peut être rectifiée à l'aide d'une bêche puis en grattant délicatement avec un couteau les premiers centimètres de sol. Le soufflet permet d'éliminer le sol gratté. Si le sol est enherbé, il faut veiller à couper la partie aérienne de la végétation sans arracher les racines. D'autre part, il vaut mieux éviter les fentes de retrait et les galeries d'animaux (repérables avec une tige métallique).

Ensuite, le cylindre doit être enfoncé de 2 à 3 cm dans le sol à l'aide d'une masse et d'une cale. Afin d'éviter une fuite latérale, on peut faire un colmatage de la bordure extérieure en formant un boudin à l'aide de terre humidifiée. Posé à l'intérieur du cylindre, le voile plastique permet de former une lame d'eau homogène.

Pour un test (une répétition), il faut préparer 10 bouteilles d'eau (plus ou moins suivant les capacités d'absorption du sol) avec un volume d'eau correspondant à une lame d'eau de 1 cm. Pour faciliter les remplissages suivants, un marquage peut être fait sur la bouteille à la limite d'eau.

Calcul du volume d'eau (L) : $\pi \times (\text{rayon du cylindre en cm})^2 \times \text{hauteur de la lame d'eau en cm} \times 0,001$

Mesure du temps d'infiltration :

- Verser un premier volume d'eau sur le voile plastique dans le cylindre. Déclencher le chronomètre lorsque le voile plastique est retiré.
- Arrêter le chronomètre lorsque le volume d'eau est totalement ressuyé (appréciation personnelle qui doit être constante sur tous les tests).
- Noter le temps sur une feuille en tant que première itération.
- Répéter rapidement l'opération jusqu'à ce que le temps d'infiltration soit constant. A partir de ce moment-là, la première répétition est terminée.

Analyse et interprétation des résultats :

Les temps d'infiltration et les volumes d'eau correspondants sont notés dans un tableau en cumulés. Le graphique créé à partir de ce tableau va présenter une courbe dont la pente se stabilise à partir du moment où les temps d'infiltration deviennent constants. Pour calculer la vitesse d'infiltration, il faut identifier à partir de quelle itération le temps d'infiltration se stabilise et calculer la pente de la courbe à partir de ce point.



Figure 9 : Test d'infiltrométrie de Beer Kan

Source : mon-viti.com

❖ **Litter bag**

Issu de : Agroforesterie, 2008 ; Ranjard, 2011



- **Objectifs :**

L'objectif du litter bag est d'évaluer la dégradation de résidus de culture dans le sol en calculant sa perte de masse au cours du temps. Ces résultats pourront être mis en parallèle avec l'indice de minéralisation du carbone qui est calculé en laboratoire sous conditions contrôlées.

- **Principe :**

Mettre en place un litter bag consiste à enterrer à une profondeur déterminée des sacs imputrescibles d'une maille déterminée (environ 1 mm) contenant une quantité connue de matière végétale (paille). Après plusieurs mois, les sacs sont relevés et pesés pour estimer le pourcentage de dégradation de la matière organique par les micro-organismes passant à travers les mailles.

- **Matériel :**

- Sachets en nylon de 10 cm de côté avec une maille de 1 mm (2 par parcelle)
- Paille (tige sans les feuilles, ni les épis) coupée en tronçons de 1 à 1,5 cm
- Bêche
- Jalons
- Balance précise (0,1 g au minimum)

- **Mise en place :**

Les litter bag se mettent en place au printemps à partir de mars.

Dans un premier temps, il faut couper la paille en tronçons de 1 à 1,5 cm en ne gardant que les tiges. Ensuite, les sachets sont remplis de 4 g de paille environ. Il faut veiller à identifier chaque sachet avec son poids propre.

Dans la parcelle, un sachet est posé en bordure et l'autre dans un des coins de la zone de prélèvement (pour un souci de localisation). Ils sont enterrés sous 1-2 cm de terre et repérés grâce aux jalons.

Au bout de 4 mois, les litter bag sont déterrés puis pesés. La différence de poids entre le début et la fin permet de déterminer le pourcentage de dégradation du carbone.

Les résultats pourront être comparés avec les références obtenues pendant le casdar Agrinnov (en moyenne 40% de dégradation en grandes cultures).



Figure 10 : Pose de litter bag
Source : polartrec.com

❖ **Pilotage du travail du sol**

Issu de : (ARVALIS, [sd])



- **Objectifs :**

Déterminer le type de travail du sol à mettre en œuvre sur les parcelles. Les prises de décision pour travailler le sol dépendent de cet outil. Il faut également prendre en compte la gestion des repousses, les échecs de désherbage, la gestion des maladies et ravageurs.

- **Principe :**

Observer le sol pour définir le travail du sol à réaliser sur les parcelles.

- **Matériel :**

- Bêche
- Fiche à choix multiples à remplir

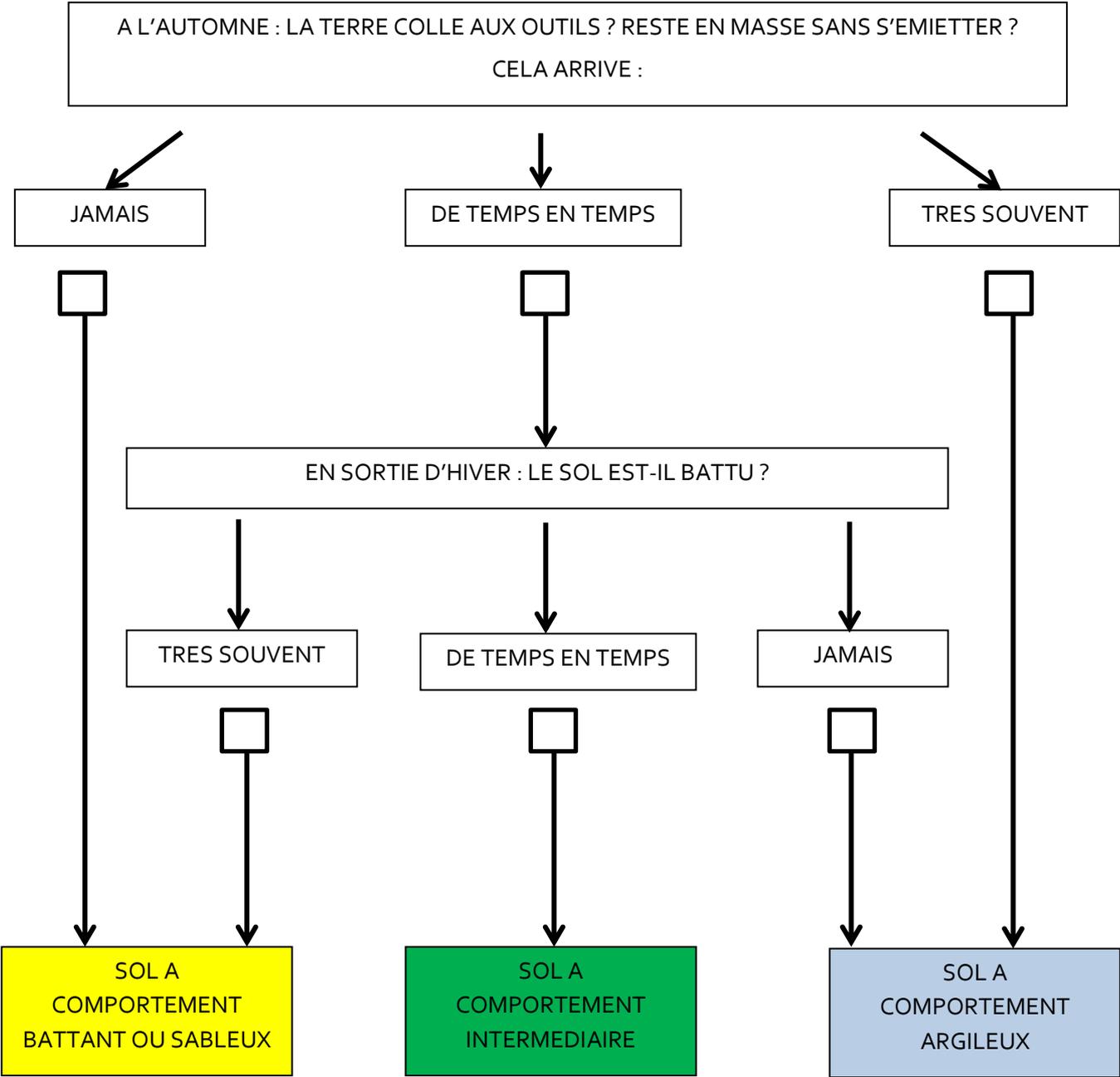
- **Mise en place :**

Sur la zone de 20 m x 20 m, observer l'état du sol et remplir les 10 fiches suivantes pour savoir quel travail du sol utiliser.

PARCELLE :

DATE :

COMPORTEMENT DU SOL



PARCELLE :

DATE :

ETAT DE LA SURFACE :

PLANE :
ONDULATIONS INFERIEURES A 3 CM SUR L'ENSEMBLE DE LA PARCELLE OU SUPERIEURES A 3 CM SUR MOINS DE 10 A 15 % DE LA SURFACE

ONDULEE :
DENIVELES DE 3 A 6 CM SUR PLUS DE 15 % DE LA SURFACE

DEFONCEE :
ORNIERES DE PLUS DE 6 CM DE PROFONDEUR

L'état de surface est lié aux conditions d'interventions en cours de cultures et au moment de la récolte :

Intervention en culture sur sol :

mouillé

ressuyé

Conditions à la récolte :

sèche

humide

PARCELLE :

DATE :

ETAT DU SOL : STRUCTURE

BECHE OBLIGATOIRE

LE PRINCIPAL CRITERE DE JUGEMENT CONCERNE LA POROSITE

STRUCTURE NON COMPACTE :
BEAUCOUP DE TROUS DE PETITE DIMENSION ET DE FISSURES

STRUCTURE COMPACTE :
PEU DE TROUS ET DE FISSURES VISIBLES

OBSERVEZ :

L'HORIZON SUPERFICIEL
0 – 10 CM

NON COMPACT PEU DE MOTTES COMPACTES
 COMPACT MOTTES COMPACTES SUR PLUS DE 30 A 40% DE LA SURFACE

L'HORIZON PROFOND
10 – 30 CM

NON COMPACT PAS PEU DE MOTTES COMPACTES LEUR DIAMETRE NE DOIT
 COMPACT DEPASSER 15 CM
 NOMBREUSES MOTTES COMPACTES DE DIAMETRE SUPERIEUR A 15 CM

EXISTE-T-IL UNE « UNE SEMELLE » ? OUI NON

ET SI OUI A QUELLE PROFONDEUR :

EXISTE-T-IL DES ZONES CREUSES ? OUI NON

PARCELLE :

DATE :

CHOIX DE LA TECHNIQUE DE TRAVAIL DU SOL

				SEMIS DIRECT			
				TRAVAIL SUPERFICIEL			
				DECOMPACTAGE + TRAVAIL SUPERFICIEL			
				PSEUDO LABOUR + TRAVAIL SUPERFICIEL			
				LABOUR			
		ETAT DE LA STRUCTURE					
ETAT DE SURFACE		HORIZON 0-10 CM	HORIZON 10 à 30CM				
1	PLANE	NON COMPACT	NON COMPACT				
2		COMPACT	NON COMPACT				
3			COMPACT				
4	ONDULEE	COMPACT	NON COMPACT				
5			COMPACT				
6	DEFONCEE	COMPACT	COMPACT				

1 : Lorsque la surface est plane et que la structure présente une bonne porosité, il est inutile de travailler le sol pour un grand nombre de cultures.

2 : Il est indispensable de travailler le sol sur une profondeur au moins égale à la zone compacte pour créer une structure favorable. On réalisera donc au minimum un travail superficiel.

3 : Il est nécessaire de créer une structure favorable sur toute la couche arable, par un travail profond : labour ou pseudo labour ou décompactage.

4 : Le travail superficiel est un minimum pour structurer et niveler l'horizon 0-10cm.

5 : Pseudo-labour ou décompactage ou labour pour structurer l'horizon 0-30 cm, travail superficiel ou labour pour niveler l'horizon 0-10cm.

6 : le travail profond est nécessaire mais ne sera pas capable de restructurer à 100% les zones compactées

PARCELLE :

DATE :

LE PRECEDENT :

ESPECE :

VARIETE :

RENDEMENT : qx/ha

RESIDUS

ABONDANT :

OUI NON DEVENIR DES RESIDUS : RECOLTES BROYES LAISSES EN PLACE REPARTITION HOMOGENE : OUI NON **ETAT DE SALISSEMENT A LA RECOLTE :**

PARCELLE PROPRE

OUI NON

SI NON,

PROBLEMATIQUE GRAMINEES DICOTYLEDONES LES DEUX

INDIQUER LES PRINCIPALES ESPECES :

LOCALISATION DANS LA PARCELLE : BORDURE TOUTE LA PARCELLE DENSITE DES PRINCIPALES ADVENTICES /M² :

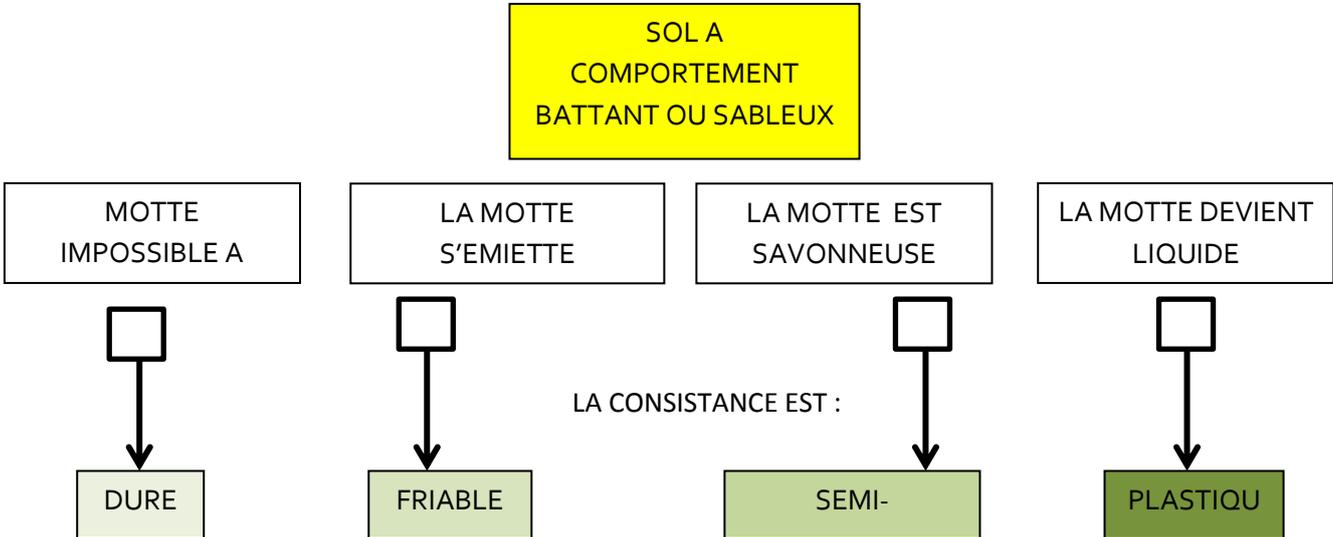
MONTEE A GRAINES

OUI NON RISQUE DE RELIQUAT D'HERBICIDE : OUI NON **GESTION DES REPOUSSES**CHIMIQUE MECANIQUE

PARCELLE :

DATE :

CONSISTANCE DU SOL



VOUS VOULEZ :

La consistance est	décompacter	déchaumer	labourer	Reprendre un labour	Préparer le lit de semences	semer
Dure	Possible mais difficile	conseillé				
Friable	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé
Semi-plastique	risqué	risqué	conseillé	risqué	risqué	risqué
plastique	A proscrire	A proscrire				

VOUS DECIDEZ :

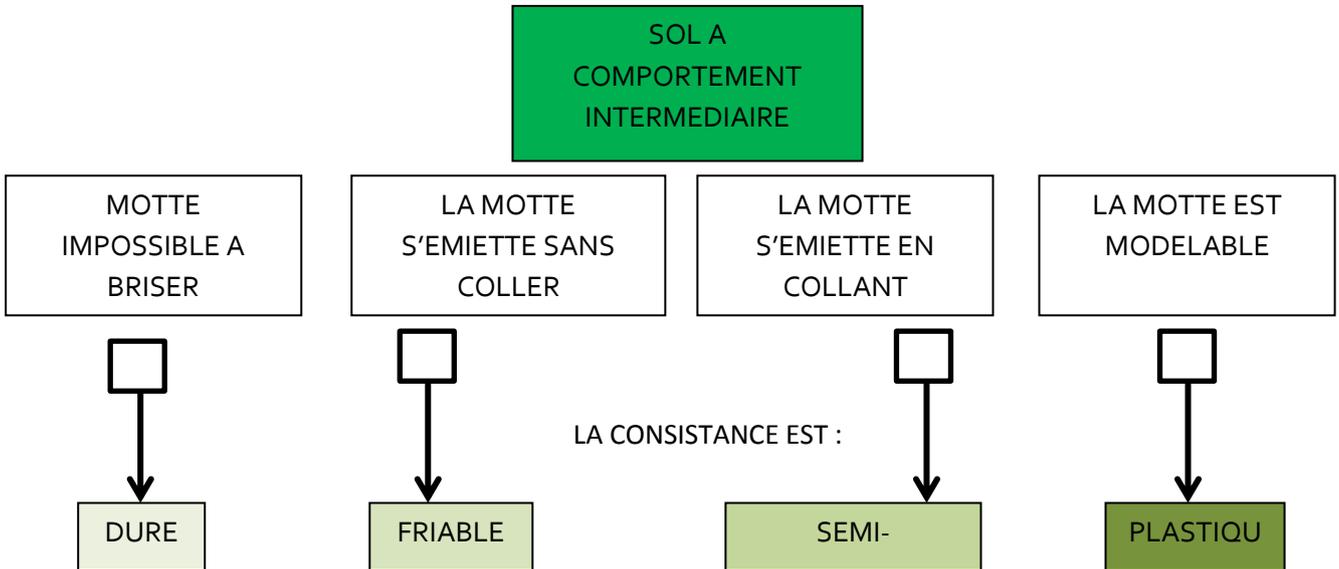
DE TRAVAILLER

DE NE PAS TRAVAILLER

PARCELLE :

DATE :

CONSISTANCE DU SOL



VOUS VOULEZ :

La consistance est	décompacter	déchaumer	labourer	Reprendre un labour	Préparer le lit de semences	semer
Dure	Possible mais difficile	conseillé				
Friable	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé
Semi-plastique	risqué	risqué	conseillé	risqué	risqué	risqué
plastique	A proscrire	A proscrire				

VOUS DECIDEZ :

DE TRAVAILLER

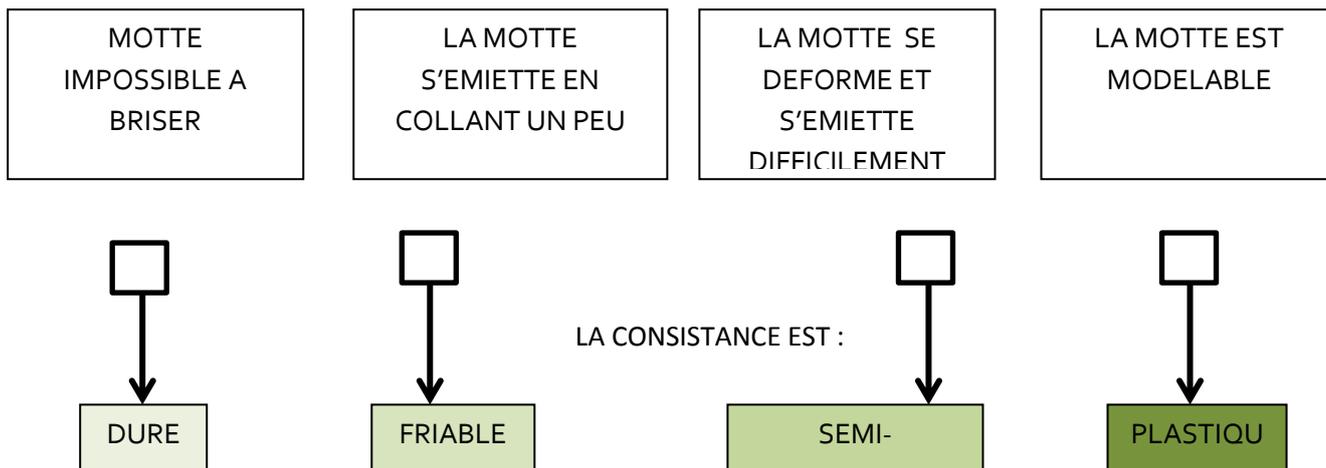
DE NE PAS TRAVAILLER

PARCELLE :

DATE :

CONSISTANCE DU SOL

SOL A
COMPORTEMENT
ARGILEUX



VOUS VOULEZ :

La consistance est	décompacter	déchaumer	labourer	Reprendre un labour	Préparer le lit de semences	semer
Dure	Possible mais difficile	Possible mais difficile	Possible mais difficile	Possible mais difficile	Possible mais difficile	conseillé
Friable	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé	conseillé
Semi- plastique	risqué	risqué	conseillé	risqué	risqué	risqué
plastique	A proscrire	A proscrire				

VOUS DECIDEZ :

DE TRAVAILLER

DE NE PAS TRAVAILLER

EFFLUENT D'ELEVAGE

APPORT D'EFFLUENT(S) D'ELEVAGE : OUI NON

SI OUI, DE QUEL(S) TYPE(S) ?

QUANTITE(S) :

NOMBRE DE PASSAGE(S) :

INTERCULTURE

INTERCULTURE : LONGUE COURTE

DUREE :

IMPLANTATION D'UN COUVERT : OUI NON

SI OUI, TYPE D'ESPECE :

DENSITE SEMIS :

En cas de couvert, vous pouvez évaluer les restitutions NPK à l'aide du logiciel MERCI (Méthode d'Estimation et Restitutions par les Cultures Intermédiaires) mis au point par la Chambre d'Agriculture de Poitou Charentes. Cet outil est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

<http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/innovation/agronomie/techniques-agronomiques-innovantes.html>

Résultats obtenus :

Matière verte (g/ m²) :

Restitutions : N P K

CULTURE SUIVANTE :

ESPECE :

VARIETE :

TABLEAU RECAPITULATIF DE VOS INTERVENTIONS

DATES	TYPES D'INTERVENTIONS	OUTILS	PROFONDEUR DE TRAVAIL	JUSTIFICATION DE L'INTERVENTION	QUALITE DE L'INTERVENTION



Protocoles du socle commun régional :

Observation des facteurs limitants

❖ Suivi standard BSV maladies et ravageurs



Le détail du suivi BSV avec des grilles de reconnaissances pour les ravageurs et maladies sont disponibles dans le portail Vigiculture. Ci-dessous ne figure qu'une synthèse des observations à réaliser au cours d'une campagne pour les cultures de maïs ; colza, pois protéagineux, tournesol et céréales d'hiver.

➤ Notation maladie

- **Objectifs :**

Détecter l'atteinte des seuils de nuisibilité des maladies foliaires.

- **Principe :**

Relevé hebdomadaire dans la parcelle avec observation des symptômes des maladies foliaires ou du pied.

- **Matériel :**

Feuille de notation

- **Mise en œuvre pour les céréales d'hiver :**

Notation maladies du pied (piétin verse, fusariose du pied, rhizoctone) hebdomadaires sur 20 tiges et sur 50 tiges à 2 points de RV Epi à 1 cm et floraison

Prélever au champ 20 tiges issues de 10 points de prélèvement dans la zone homogène de 20 m par 20 mm en la parcourant en diagonale. Retirer la terre, si besoin laver la base des tiges. Observer les symptômes, classer les tiges puis compter les tiges atteintes. Enregistrer le % de tiges atteintes

Notation des maladies foliaires

Prélever 20 plantes en parcourant la zone d'observation. N'observer que la tige la plus développée (maître brin). Observer les 3 dernières feuilles développées du moment (les plus jeunes formées, limbe déroulé).

Pour chacune de ces maladies compter le nombre de F₁, F₂ et F₃ touchées et reporter pour chaque étage foliaire le nombre de plantes touchées = note sur 10 (nombre de F₁ avec présence de telle maladie /2, de même pour F₂ et F₃)

Pour chacune des maladies les notations s'effectuent aux stades de culture suivants.

Maladie foliaire	Stade d'observation
Oïdium	A partir du stade épi 1 cm
Septoriose	A partir du stade 2 nœuds
Rouille brune	A partir du stade 2 nœuds
Helminthosporiose	Dernière feuille étalée
Rouille jaune	1 nœud
Microdochium	A partir de 2 nœuds à grains laiteux
Fusariose sur épis	A partir de floraison à grains pâteux
Taches physiologiques	Entre 2 nœuds et dernière feuille

Remarque : Taches physiologiques: Symptômes qui peuvent être confondus avec des maladies et par voie de conséquence occasionner des traitements injustifiés. Ils apparaissent entre 2 nœuds et dernière feuille, ils n'évoluent pas d'une notation à l'autre.

- **Mise en œuvre pour le maïs :**

Maladie foliaire	Stade d'observation
Helminthosporiose fusiforme	Floraison à grains pâteux
Fusariose des épis	Grains laiteux à grains durs
Rhizoctone	8 feuilles à récolte
Helminthosporiose mouchetée	Floraison à grains pâteux
Charbon commun	Floraison à grains durs
Charbon des inflorescences	Floraison à grains durs

Selon les maladies deux méthodes de notation sont possibles.

La majorité utilise la méthode de notation globale sur la zone homogène de 20 m par 20 m en % de plantes atteintes. D'autres, doivent être observées et annotées avec la méthode des 5 classes sur la zone homogène.

Le % de plantes touchées et le % par étage foliaire touché.

- **Mise en œuvre pour le colza :**

Selon les maladies observées les notations doivent être renseignées en % de plantes avec les symptômes sur feuille, tige ou collet. En fin de cycle les maladies ont des notations sur le % de siliques avec symptôme.

Maladie foliaire	Stade d'observation
Phoma	Levée à rosette puis 3 semaines avant récolte
Mildiou	Levée à B ₄ puis 3 semaines avant récolte
Hernie de crucifère	Levée à F ₁
Pseudocercospora	Levée à G ₄
Cylindosporiose	D ₁ à E sur feuille et G ₄ -G ₅ sur siliques
Oïdium	F ₁ à G ₅
Botrytis	montaison
Sclérotinia	G ₂ à G ₅
Mycosphaerella	G ₂ à G ₅
Alternatia	G ₂ à G ₅
Verticilliose	G ₂ à G ₅

- **Mise en œuvre pour le pois :**

Maladie	Stade d'observation
Aphanomyces	notation nécrose racinaire à B ₄
Mildiou	9 F à FSLA
Botrytis	9 F à FSLA
Rouille du pois	9 F à FSLA
Oïdium	9 F à FSLA
Bactériose	Avant maturité
Virose	Avant maturité
Sclérotinia	Avant maturité

- **Mise en œuvre pour le tournesol :**

Maladie	Stade d'observation
Botrytis capitule	M1.2/M1.3
Sclerotinia capitule	M1.2/M1.3
Sclérotinia tige	M1.2/M1.3
Mildiou	B8 puis M1.2/M1.3
Phomopsis	M1.2/M1.3
Phoma (sur feuille et sur tige)	M1.2/M1.3
Verticillium	M1.2/M1.3

Pour le tournesol : une seule visite à envisager au stade M1.2 pour la notation de toutes les maladies. Prévoir une observation plus tôt à B8 pour les contaminations primaires de mildiou et une seconde pour les contaminations secondaires.

Remarque :

En ce qui concerne l'observation des maladies, elles doivent concerner en priorité les maladies les plus présentes sur la région. (Ex : sclérotinia au nord et oïdium au sud). Certaines observations sont opportunistes dans le cas où la maladie s'exprime.

Les comptages et notation sont nécessaires que si l'on observe des symptômes de manière significative, en parcourant la parcelle.

➤ Notation ravageur

- **Objectifs :**

Détecter l'atteinte des seuils de nuisibilité des ravageurs.

- **Principe :**

Observer les ravageurs afin de déterminer les seuils d'intervention.

- **Matériel :**

- Feuille de notation

- **Mise en œuvre générale :**

Pour caractériser la présence des ravageurs, la méthode de notation globale des dégâts est utilisée. Elle se décline en 5 classes :

0= absence

1= traces présentes (1%)

2=Quelques dégâts (<20%)

3b= nombreux bien répartis (>= 20%)

3a >=20 % par zones privilégiées

Cette méthode est utilisée pour l'ensemble des cultures. Dans ce document figure la liste des ravageurs éventuels à observer. La description complète se retrouve dans le portail Vigicultures. Des photographies aident pour la reconnaissance. Cette méthode de notation n'est pas utilisée pour les cicadelles, pucerons d'automne et des épis et pour les cécidomyies.

Des méthodes d'appréciation des seuils de nuisibilité sont également utilisées. Se référer aux protocoles dans le portail Vigiculture.

- **Observations de ravageurs pour les céréales d'hiver :**

Les ravageurs à observer pour les céréales d'hiver sont renseignés dans ce tableau :

Ravageur	Stades d'observation
Limace	Levée à début tallage
Oiseaux	Semis
Cicadelle	Levée à 3 feuilles
Puceron d'automne	Levée à début tallage
Taupin	3 Feuilles à début tallage
Mineuse	Epi 1 cm à grains laiteux
Criocère-Lema	Epi 1 cm à grains laiteux
Cécidomyes	Gaine éclatée à grains laiteux
Puceron sur épi	Epiaison à grains pâteux
Tordeuse	Epiaison à floraison
Thrips	Epiaison à floraison

- Observations de ravageurs pour le maïs :

Ravageur	Stades d'observation
Géomyze	Semis à 6-8 Feuilles
Oscinies	Semis à 8-10 Feuilles
Mouches des semis	Levée à 3-4 Feuilles
Tipule	Semis à 6-8 Feuilles
Noctuelle terricole ou vers gris	Semis à 6-8 Feuilles
Corvidés ou autres oiseaux	Semis à 8 Feuilles
Taupins	Semis à 8-10 Feuilles
Scutigérelle	Semis à 8-10 Feuilles
Limace	Levée à 5-6 Feuilles
Cicadelle verte	Dès 4 Feuilles
Pucerons Metopolo et Sitobion	2 Feuilles à grains durs
Pucerons Rhopalo	Sortie panicule à grains durs

- Observations de ravageurs pour le colza :

Ravageur	Stades d'observation
Pucerons	Automne
Altise (grosse et petite)	Jusqu'au stade B ₄
Tenthredes	Jusqu'au stade B ₆
Méligèthes	Printemps
Pucerons cendrés	D ₁ à G ₄
Charançons de la tige	Printemps
Charançons des siliques	Printemps
Charançon du bourgeon terminal	Printemps

- Observations de ravageurs pour le pois :

Ravageur	Stades d'observation
Limace	Levée (semis à 4F)
Thrips	Levée à 6F
Sitone du pois	Levée à 6 feuilles
Puceron vert	De début flo à fin flo + 3 semaines.
Tordeuse du pois	Dès le stade gousses plates
Cécidomyes	Floraison
Bruche	stade jeunes gousses 2 cm à fin du stade limite d'avortement

- Observations de ravageurs pour le tournesol :

Ravageur	Stade d'observation	Ravageur	Stade d'observation
Puceron	B ₄ à E ₁	Taupins*	De la levée à B ₄
Limace*	De la levée à B ₄	Noctuelles*	De la levée à B ₄
Oiseaux*	De la levée à B ₄		

* La notation doit être réalisée au stade B₄. Néanmoins, il est nécessaire d'observer les dégâts dès la levée, sinon il est difficile de savoir à quels ravageurs sont dus les dégâts (notamment pieds manquants).

❖ Note de satisfaction de l'enherbement

Issu de : (RMT Florad et RotAB, 2013)



- **Objectifs :**
Evaluer l'impact des adventices sur la culture. Evaluer la performance globale d'un système. Permet de rendre compte des évolutions pluriannuelles sur un essai.
- **Principe :**
Donner un avis global sur l'état de la parcelle et sur la nuisibilité directe et indirecte des adventices. Cet avis se traduit par une note allant de 0 (parcelle très sale) à 10 (parcelle très propre).
- **Matériel :**
Fiche de notation et crayon
Guide de reconnaissance des adventices
Appareil photo (facultatif)

- **Mise en œuvre :**

Période de réalisation du relevé :

La note de satisfaction doit s'effectuer au moins une fois pendant la campagne avant la récolte, ou avant floraison pour les cultures où il est difficile à rentrer dans la parcelle par la suite (colza).

Zone d'observation : la zone homogène de 20 m x 20 m

Attribution de la note :

Parcourir l'ensemble de la zone. Noter l'état général de cette zone sur une échelle de 0 à 10 en s'aidant du graphique suivant ci-dessous.

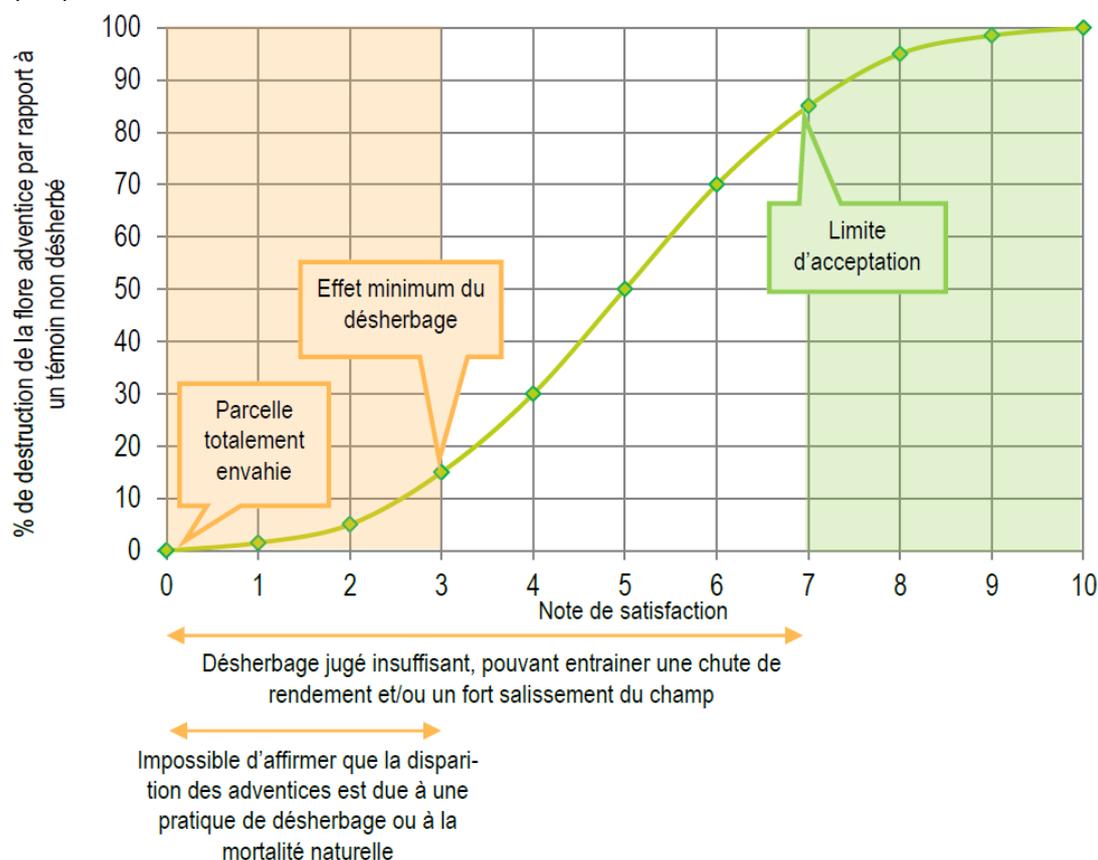


Figure 11 : Courbe d'estimation des notes Source : RMT Florad et RotAB

Conseil :

Pour être le plus objectif possible se poser les questions suivantes :

Est-ce que la flore adventice a pu faire chuter le rendement de façon certaine en regard de mes connaissances ? Les adventices présentent elles une nuisibilité secondaire significative ?

La note ne dépend pas uniquement du nombre d'adventices mais également des espèces présentes et de leur nuisibilité.

❖ Relevé de la flore adventice : Notation globale d'abondance

Issu de : (RMT Florad et RotAB, 2013)



- **Objectifs :**

Evaluer la présence des adventices. Evaluer la performance globale d'un système. Permet de rendre compte des évolutions pluriannuelles sur un essai.

- **Principe :**

Identifier avec précision toutes les adventices, évaluer leur abondance et noter leur stade végétatif. Cette méthode est particulièrement adaptée au dernier relevé de campagne quand les adventices sont bien développées.

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Piquet (pour délimiter la zone de relevé)
- Guide de reconnaissance des adventices
- Appareil photo (facultatif)

- **Mise en œuvre :**

- ➔ **Période et réalisation du relevé :**

Relevé à réaliser à différentes périodes selon la culture voir tableau ci-dessous.

Réaliser les observations dans la zone homogène de 20 m x 20 m.

Parcourir cette zone entièrement.

Recenser toutes les adventices présentes (ne pas hésiter à bouger la végétation des étages supérieurs, à se pencher au sol).

Préciser leur stade de développement (moyen) selon l'échelle phénologique (Cf. Figure 9).

Affecter une note d'abondance à chaque espèce, en utilisant l'échelle de Barralis (Cf. Figure 11).

Consigner les observations dans un tableau où chaque ligne correspond à une classe : un couple adventice/stade (Cf. Figure 12).

Les trois relevés ont pour objectifs :

Relevé 1- Connaître la flore potentielle avant désherbage en culture

Relevé 2- Evaluer la performance de l'itinéraire technique

Relevé 3- Identifier les espèces qui ont grainé

Cultures	1er relevé :	2ème relevé :	3ème relevé :
Colza	Semis + 15 à 20 j	Avant hiver ou sortie d'hiver	Avant floraison
Céréales d'hiver	1-3 feuilles	Sortie d'hiver	Avant récolte (15mai-15juin)
Pois, féverole	Avant 3-4 feuilles	Avant fermeture des rangs	Avant récolte
Tournesol, maïs	2 à 4 feuilles	Limite passage de tracteur	Avant récolte

Comptage au cadre conseillé

Notation globale d'abondance

Stade	Dicotylédones	Monocotylédone
A Plantule	Cotylédons à 1/3 ou 2/4 feuilles	1 à 3 feuilles
B Plante jeune	Au-delà de 3 ou 4 feuilles	1 à 2 talles
C Plante adulte	Ramifications	Plein tallage/ montaison
D Floraison	Boutons floraux	Epiaison
E Grenaison	Dissémination des semences	Grenaison

Figure 12 : Echelle phénologique Source : RMT Florad

Classe	Plantes/m ² (d)
1	Vue une fois sur l'aire d'observation
2	$d < 0,1$
3	$0,1 < d < 1$
4	$1 < d < 3$
5	$3 < d < 10$
6	$10 < d < 20$
7	$20 < d < 50$
8	$d > 50$

Figure 14 : Echelle Barralis adaptée Source : RMT Florad

Classe	Plantes/m ²
1	0,001
1+	0,03
2	0,05
2+	0,3
3	0,55
3+	1,25
4	2
4+	4,75
5	7,5
5+	10,75
6	15
6+	25
7	35

Figure 13 : Densité de plante calculée à partir des notations globales d'abondance Source : RMT Florad

➔ Traitement des données :

Pour convertir la note d'abondance en densité, il suffit de calculer le centre des classes. Le tableau ci-dessus donne les correspondances en plantes/m².

Pour aller plus loin :

Les données brutes permettent de calculer des indicateurs : Shanon-Wiener, d'équitabilité, de Simpson, ou de similitude de Sorensen.

Conseil : Il est possible d'adapter des classes selon le taux d'infestation. Attention de ne pas surestimer les espèces à fort développement (renouée liseron). Les espèces non identifiées peuvent être présent en photo ou ramenées au labo pour être déterminées.

Relevés de la flore adventice - Notation globale d'abondance



Fiche de notation (à photocopier pour les relevés terrain)

Identifiant parcelle _____
 Date _____
 Culture _____
 Stade de la culture _____
 Nom notateur(s) _____

Echelle phénologique

Stade	Dicotylédones	Monocotylédone
A Plantule	Cotylédons à 1/3 ou 2/4 feuilles	1 à 3 feuilles
B Plante jeune	Au-delà de 3 ou 4 feuilles	1 à 2 talles
C Plante adulte	Ramifications	Plein tallage/ montaison
D Floraison	Boutons floraux	Epiaison
E Grenaison	Dissémination des semences	Grenaison

Echelle Barralis

Classe	Plantes/m ² (d)
1	Vue une fois sur l'aire d'observation
2	$d < 0,1$
3	$0,1 < d < 1$
4	$1 < d < 3$
5	$3 < d < 10$
6	$10 < d < 20$
7	$20 < d < 50$
8	$d > 50$

Espèce	Stade phénologique	Note abondance

Espèce	Stade phénologique	Note abondance

Figure 15 : Relevés de la flore adventice, fiche de notation Source : RMT Florad

❖ Piège Barber piégeage d'auxiliaires rampants

Issu de : (Auximore, 2014) et communication orale de Véronique Tossier



• Objectifs :

Déterminer les auxiliaires rampants présents sur la parcelle pour estimer l'effet des systèmes de culture (choix du précédent, couverts végétaux, travail du sol...) sur la biodiversité. Les auxiliaires rampants sont considérés comme des espèces indicatrices.

• Principes :

Piéger les insectes rampants (carabes, staphylins, myriapodes, araignées, ravageurs) dans des pots à la surface du sol et les identifier.

• Matériel :

pour 1 piège :

- 2 pots de miel vide d'1kg par piège
- Liquide de conservation : eau + sel + liquide vaisselle inodore (sel à saturation dans le milieu)
- Tuteur et fanion pour signaler l'emplacement des pièges
- Facultatif : planche de plexiglas translucide et baguettes de bois pour faire un toit

pour le relevé :

- plat de couleur claire
- une pince
- papier absorbant

• Mise en place :

Période de suivi entre avril et juin pendant 2 mois à raison d'un relevé toutes les 2 semaines.

Un piège à installer en bordure de parcelle et un à positionner dans la zone de 20 m x 20 m → **2 pièges par parcelles**

Creuser un trou et y placer les 2 pots l'un dans l'autre pour faciliter les relevés. Le pot du dessous sera troué pour éviter qu'il ne se remplisse d'eau. Le bord des pots ne doit pas dépasser le niveau du sol sinon les insectes vont le contourner.

Le toit en plexiglas avec des trous dans chaque coin de la plaque pour insérer les baguettes de bois ou des cailloux permet d'éviter que le pot soit rempli d'eau lors des pluies. Poser un caillou sur le toit permet d'éviter que le vent ne l'emporte.

Les pots sont remplis au tiers du liquide de conservation. Ils seront récupérés 14 jours plus tard. Extraire le pot supérieur du trou et laisser le pot inférieur pour que le trou ne se rebouche pas.

Verser le contenu du pot dans le plat de couleur clair.

Procéder au tri des individus capturés grâce à la fiche d'aide de relevé.

Annoter le nombre d'individus observés pour chaque famille d'insectes ainsi que les conditions d'observations.

• Astuce :

Certaines caractéristiques ne sont plus visibles sur des individus secs, ne pas hésiter à effectuer un premier tri en déposant les individus sur le papier absorbant.

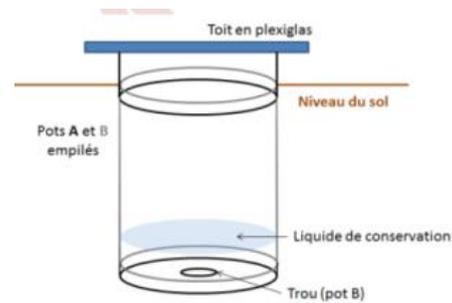


Figure 16 : Dispositif Barber
Source : Auximore

Condition de passage :

- Date : ... / ... / ...
- Stade de la culture :
- Hauteur de végétation :
- Date de dernière pluie : ... / ... / ...
- Traitement la semaine précédente :
Oui type : Non

Pot Barber 1/2

Observateur : _____

Parcelle : _____

- Prédateur
 Détritivore
 Végétarien
 M Mixte

<p>Staphylins</p> 	<p>Abdomen long et souple Ailes courtes pliées sous les élytres</p>	<p>Ocypus olens</p> 	<p>> 2,5 cm, Noir Grosses mandibules</p>
	<p>Moins de 1,5 cm Plus de 1,5 cm</p>		
	<p>Pot à 10 m Pot à 50 m Pot à 10 m Pot à 50 m</p>		<p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p>
	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

<p>Chilopodes</p> <p>1 paire de pattes par segment</p> <p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>		<p>Diploptides</p> <p>2 paires de pattes par segment</p> <p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
			<p>Cloportes</p> <p>7 paires de pattes par segment</p> <p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
			

<p>Araignées</p> <p>Thomisidae</p>  <p>Lycosidae</p>  <p>Opilions</p> 	<p>Araignée Crabe</p> <p>3 à 12 mm</p> <p>Pattes avant plus grandes que les pattes arrière La couleur (sombre à vive) permet le camouflage et dépend donc du milieu de chasse</p> <p>Araignée Loup</p> <p>4 à 20 mm</p> <p>Pattes longues et annelées Coloration sombre avec présence de chevrons</p> <p>Plus communément appelé Faucheux</p> <p>Corps globuleux (1 à 20mm) et de longues pattes.</p> <p>Autres < 5 mm</p> <p>Autres > 5 mm</p>	<p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
---	--	---

<p>Ravageurs</p>	<p>Taupins</p> <p>7 à 8 mm</p> <p>Corps très allongé Couvert de fins poils gris blanchâtre</p> <p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>		<p>Limaces</p> <p>1 à 20 cm</p> <p>Corps mou de couleur variable</p> <p>Pot à 10 m Pot à 50 m</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
-------------------------	---	---	---	---

Pot barber 2/2

Observateur : _____
Parcelle : _____
Date : ____/____/____

				P1	P2
Petit Moins d'1 cm	Sombre	3 à 4 mm Groupe de <i>Metallina lampros</i> Noir cuivré très brillant, parfois bleu métallique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		6 à 7 mm L : A : Amara sp. Noir-bronzé à noir-brillant Corps trapu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		6 à 8 mm Groupe de <i>Loricera pilicornis</i> Présence de soie sur les antennes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Coloré	5 à 7 mm Brachinus sp. Tête et thorax orange Élytres vert métallique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		6 à 7 mm Groupe d' <i>Anchomenus dorsalis</i> Tête et pronotum verts métalliques. Élytres jaune avec tâche sombre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Autre		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moyen De 1 à 2 cm	Sombre	10 à 15 mm Nebria sp. Antennes et pattes aux extrémités rougeâtres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		10 à 16 mm L : A : Groupe de <i>Pseudoophonus rufipes</i> Noir mat à brun avec antennes et pattes rougeâtres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		17 à 20 mm Groupe de <i>Pterostichus melanarius</i> Noir mat Patte noires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Coloré	10 à 12 mm L : A : Groupe d' <i>Harpalus affinis</i> Vert métallique avec antennes et pattes rouge-orangé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		10 à 13 mm Poecilus sp. Cuivreux ou vert olive métallique 2 premiers articles des antennes rouges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Autre		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grand Plus de 2 cm	Coloré	17 à 30 mm Groupe de <i>Carabus auratus</i> Vert métallique, reflet cuivré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Autre		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Protocoles du socle commun régional :

Diagnostic des cultures

**(Céréales à pailles, maïs,
tournesol, colza, pois et féverole)**

❖ Photographie de la parcelle



- **Objectifs :**

Garder une trace visuelle de l'état de la culture sur la zone homogène lors de chaque stade identifié ainsi que dans le cas d'un aléa climatique.

- **Principe :**

Photographier la zone homogène dans sa globalité et faire des focus sur des parties de plantes ou des zones particulières qui méritent de l'attention.

- **Matériel :**

Appareil photo ou portable

- **Mise en œuvre :**

Prendre une photographie de la zone homogène à chaque site principal de la culture et à chaque aléa climatique. Transmettre les photographies au responsable du site d'expérimentation (conseiller de la Chambre d'Agriculture départementale) pour alimenter un dossier photographie propre à chaque site.

❖ Détermination de la biomasse et de la teneur en azote absorbé des céréales à pailles

Issu de : (ARVALIS)



- **Objectif :**

Détermination de la biomasse et de la teneur en N absorbé pour quantifier l'INN des céréales à pailles.

- **Principe :**

Mesure de la quantité de biomasse présente au stade floraison, puis constitution d'un échantillon pour le dosage de la teneur en azote. Quantification de l'absorption d'azote des parties aériennes du peuplement au cours de la croissance.

Prélèvements par coupe directe des plantes après 2 nœuds. Mesure de la biomasse et envoi d'échantillons vers un laboratoire pour analyse de la teneur en éléments minéraux dont l'azote.

- **Matériels :**

- mètre en bois ou métallique
- Piquet type RINGOT
- Cisailles ou Cutter
- Sacs et étiquettes
- Etuve ventilée
- Paniers à étuve ou sacs microperforés
- Balance d'une portée de 1 kg, graduée à 0,01 g
- 1 opérateur

- **Mise en place :**

Repérage des placettes de prélèvement

Les mesures de biomasse sont destructives. Les placettes destinées aux prélèvements de plantes doivent de préférence être repérées et délimitées au stade 2 à 3 feuilles de la céréale : Dans chaque zone, en excluant les zones de bordure et les zones de peuplement hétérogène, repérer et délimiter à l'aide de jalons, **6 placettes** pour chaque stade de prélèvement.

Placette de prélèvement

Chaque placette est constituée de deux rangs adjacents de 1 m linéaire chacun, lorsque l'écartement entre rangs est supérieur à 12 cm et 4 rangs adjacents de 1 m chacun lorsque l'écartement entre rangs est inférieur à 12 cm. Eviter si possible d'inclure dans la placette des rangs issus des éléments semeurs extérieurs du semoir. La **distance minimale entre deux placettes** destinées à 2 prélèvements espacés dans le temps **doit être d'au moins 0,5 m** pour éviter les effets de bordure.

Floraison	
Au champ	<p>Sectionner les plantes de la placette au ras du sol (à l'aide d'un cutter ou de ciseaux)</p> <p style="text-align: center;">----- identifier -----</p>
Au local	<p>Cas d'un faible volume récolté Pratiquer de la même manière que pour les prélèvements avant le stade 2 nœuds. Peser la totalité des plantes récoltées après séchage pendant : 48 h à 80°C si dosage d'azote</p> <p>Cas d'un volume récolté important Peser la masse verte de chaque placette (BMF) Constituer un sous échantillon représentatif de la masse verte de chaque placette par grappillage au sein de celle-ci d'une quantité de plantes permettant de remplir un panier d'étuve. Peser immédiatement le sous échantillon frais. Identifier le sous échantillon. Sécher le sous échantillon 48 h à 80°C si dosage ultérieur de l'azote Peser le sous échantillon sec à la sortie de l'étuve.</p>

Conservation de l'échantillon et préparation de l'échantillon pour analyse d'azote

Conservation en chambre froide et à l'obscurité, sur une durée maximale de 4 jours. L'échantillon à analyser représente l'ensemble des répétitions d'un même traitement (échantillon moyen). 100 g de matière sèche sont nécessaires pour assurer le broyage et l'analyse d'azote au laboratoire.

Dans le cas d'un échantillon moyen, regrouper l'ensemble du matériau séché à un même traitement dans le même emballage, le mélange sera fait lors du broyage au laboratoire. Bien identifier l'échantillon et fermer soigneusement l'emballage.

Envoyer les échantillons pour analyse (mesure de N total selon la méthode DUMAS) au laboratoire en ayant préalablement complété la fiche de renseignements (demander une analyse de l'humidité résiduelle en plus de celle de l'azote).

Mesures effectuées en cours de végétation

Biomasse sèche (MS) en gramme par mètre carré.

- Si l'ensemble des plantes récoltées ont été séchées, **MS** = BMF X (BMS/BMF) / Surface
- Si le prélèvement est réalisé de 2 nœuds à la floraison, **MS** = BMF x (ms/mf) / Surface

Equations dans lesquelles, les poids sont exprimés en grammes (balance) et où Surface correspond à la surface de prélèvement d'une placette. Surf = nombre de rangs * écartement en mètre carré * longueur en mètre

Exemple : 2 * 0.175 m² * 1m = 0.35 m² Pour passer d'une MS en gr/m² en tonnes/ha, diviser la valeur par 100.

- **Quantité d'azote accumulé dans la biomasse aérienne :**

Soit N la teneur en azote (en % de l'échantillon sec).

$$\text{Nabs (kg.ha}^{-1}\text{)} = \text{MS (t.ha}^{-1}\text{)} \times \text{N \%} \times 10$$

- **Quantité d'élément accumulé dans la plante entière :**

$$\text{Nabs plante entière (kg.ha}^{-1}\text{)} = \text{Nabs} \times 1.25$$

❖ Détermination de la biomasse et de la teneur en azote absorbé du maïs

Issu de : (ARVALIS)



- **Objectif :**

Détermination de la biomasse et de la teneur en N absorbé, pour quantifier la nutrition azotée du maïs

- **Principe :**

Prélèvement au champ de plante entière sur une surface donnée (placette) puis détermination de la biomasse et de la teneur en azote sur un échantillon représentatif de la placette. Calcul de l'azote absorbé par le maïs.

- **Matériel :**

- Sécateur / coupe-ronces / faucille ou débroussailleuse
- Mètre et piquets Ringot
- Sacs (sacs de 5L jusqu'à 4F, sacs de 100L à 16F), liens et étiquettes
- Balance de terrain
- Batteur d'épis de maïs, ou moissonneuse-batteuse expérimentale
- Broyeur
- Balance de laboratoire
- Etuve
- Sachets pour l'analyse laboratoire

- **Mise en œuvre :**

Biomasse à réaliser entre le stade H38j et la récolte de grains.

Il faut réaliser la mesure le plus tôt possible pour avoir des feuilles suffisamment vertes.

Au champ :

- Prélever 10 plantes successives dans la zone homogène. Couper au sécateur les tiges au ras du sol.
- Introduire les plantes dans un grand sac identifié et taré au préalable (en plastique ou papier kraft). Prendre garde de bien prélever toutes les feuilles, y compris celles qui sont sénescentes.
- Récolter la parcelle élémentaire et déterminer le rendement à 15% d'humidité : Rdt

Au laboratoire :

- Prélever les épis sur chacune des plantes. Battre les épis : soit par égrenage manuel, soit par battage mécanique avec une batteuse à épis sans reports d'un échantillon à l'autre.
- Peser les grains : QMFgrains.
- Broyer l'ensemble des parties végétatives (tiges+feuilles+spathes+rafles) et les peser : QMft+f+s+r. Nettoyer le broyeur entre chaque échantillon.
- Après avoir bien mélangé, réaliser un prélèvement de l'ordre de 800 g du broyat des parties végétatives d'une part, et d'un échantillon de l'ordre de 500 g de grains d'autre part. Les introduire dans des sacs en plastique hermétiquement fermés.
- Peser chacun des échantillons frais dans leur contenant d'étuvage (paniers à étuve ou sachets micro perforés), pour déterminer la masse humide des échantillons : qmft+f+s+r et qmfgrains.
- Sécher dans une étuve à fourrage, durant 48 h à 80 °C. Si des mesures de valeurs alimentaires (sucres solubles ou MAT) sont à réaliser, alors le séchage sera effectué 72 h à 60 °C.

- Peser les échantillons secs à la sortie de l'étuve, pour déterminer la masse sèche des échantillons : $qm_{st+f+s+r}$ et qms_{grains} .
- Sous-échantillonner pour un envoi à un laboratoire d'analyses pour une mesure de la teneur en azote (méthode Dumas 200 à 300 g et Infratec 150 à 200 g pour les grains) : $\%N_{t+f+s+r}$ et $\%N_{grains}$.

- **Expression des résultats :**

- **Calcul du rapport grain/paille :** $G/P = QMS_{grains} / QM_{st+f+s+r}$

$$G/P = [QMF_{grains} \times (qms_{grains}/qmf_{grains})] / [QMF_{t+f+s+r} \times (qm_{st+f+s+r}/qm_{pt+f+s+r})]$$

- **Calcul de la biomasse aérienne :** $QMS_{pa} = [(0.085 \times Rdt) / G/P] + [0.085 \times Rdt]$

Attention, dans ce cas précis la placette n'est pas déterminée par une unité de surface, mais par un petit nombre de plantes. Pour calculer la biomasse, il est donc plus précis d'utiliser le rendement en grains de la parcelle ainsi que le rapport G/P de la placette.

- **Calculer la quantité d'azote absorbé par les parties aériennes :**

$$Nabs_{pa} = Nabs_{t+f+s+r} + Nabs_{grains}$$

$$= (QM_{st+f+s+r} \times \%N_{t+f+s+r}) + (QMS_{grains} \times \%N_{grains})$$

$$= [((0.085 \times Rdt) / G/P) \times \%N_{t+f+s+r}] + [(0.085 \times Rdt) \times \%N_{grains}]$$

❖ **Analyse de RSH (Reliquats Sortie d'Hiver) pour les cultures d'hiver**



- **Objectifs :**

Déterminer le Reliquat Sortie d'Hiver pour piloter la fertilisation azotée sur céréales d'hiver et pour le maïs.

- **Principe :**

Prélever des échantillons de terre sur 3 horizons. Suite à l'analyse en laboratoire, les reliquats azotés sortie d'hiver seront obtenus.

Demander au laboratoire prestataire de communiquer les humidités pour chaque horizon. Ces renseignements sont utiles pour faire fonctionner des modèles de flux d'eau.

Réalisation par un prestataire commun à l'ensemble du réseau.

❖ **Analyse de RPR (Reliquats Post Récolte)**



- **Objectifs :**

Déterminer le Reliquat Post Récolte pour piloter la fertilisation azotée sur céréales d'hiver et gérer le pilotage de la fertilisation azotée d'un éventuel couvert.

- **Principe :**

Prélever des échantillons de terre sur 3 horizons. Suite à l'analyse de laboratoire obtention des reliquats azotés sortie d'hiver pour les céréales d'hiver.

- **Matériel :**

- Tarière
- Seaux
- Sac d'échantillonnage

- **Mise en place :**

Prélèvement de terre sur la zone de 20 m par 20 m sur les 3 horizons 0-30, 30-60 et 60-90cm dans des seaux distincts. Puis envoi au laboratoire choisi pour ce projet.

Demander au laboratoire prestataire de communiquer les humidités pour chaque horizon. Ces renseignements sont utiles pour faire fonctionner des modèles de flux d'eau.

❖ **Stade de la culture**

Issu de : (Vigicultures, 2013)



➤ **Maïs :**

- **Objectifs :**

Estimer la date de la levée, du stade 7 à 8 feuille et de la floraison d'une parcelle de maïs.

- **Principe :**

Estimer la date à laquelle ces trois stades sont atteints pour 50% des plantes.

- **Mise en place :**

Les notations de stades du maïs s'effectuent :

Pour la période de la levée à l'émergence de la panicule (floraison mâle) en nombre de feuilles visibles, dénombrer sur 2 placettes de 10 plantes successives homogènes dans la zone de 20 m par 20 m. Compter, comme feuilles visibles toutes les feuilles et portion de limbe que l'on aperçoit lorsque l'on place les yeux à la hauteur du cornet et que l'on regarde horizontalement. La 1^{ère} feuille est celle de la base qui présente une extrémité arrondie, la dernière feuille est celle qui pointe dans le cornet. A 12-13 feuilles, vérifier que la première feuille (celle du bas à l'extrémité arrondie) est toujours présente.

Pour les stades ultérieurs de la façon suivante :

- Emergence de la panicule : lorsque la panicule est visible dans le cornet de feuilles dans une visée horizontale.
- Floraison mâle : on considère comme fleurie une plante dont le brin maître de la panicule a sur 1/3 de sa longueur au moins 10 fleurs ouvertes ou 30 anthères visibles.
- Floraison femelle : on considère comme fleurie, une plante dont les soies de l'épi principal sont visibles.
- Grain laiteux pâteux : on considère que ce stade est atteint lorsque la ligne de remplissage des grains partage pour moitié le grain en texture laiteuse, et pour moitié en texture pâteuse. Pour cela, observer des grains de la couronne du tiers médian des épis, sur la face opposée à l'embryon. Déterminer les proportions en enfonceant une pointe de couteau dans les grains.
- Grain laiteux pâteux dur : on considère que ce stade est atteint lorsque les textures du grain correspondent à 1/3 de laiteux, 1/3 de pâteux mou et 1/3 de pâteux dur. La lentille vitreuse commence à couvrir le sommet du grain pour les maïs à composante cornée, la dépression de la dent est marquée pour les variétés dentées. Pour cela, observer des grains de la couronne du tiers médian des épis, sur la face opposée à l'embryon. Déterminer les proportions en enfonceant une pointe de couteau dans les grains
- Grain pâteux : idem précédent mais, le grain ne présente plus de portion laiteuse
- Grain dur : toute l'amande est dure ou farineuse.



Figure 17 : Stade de développement du maïs Source : Syngenta

➤ **Céréales à pailles :**

- **Objectifs :**

Estimer la date de levée, d'épi 1 cm et de la floraison d'une parcelle de céréales à pailles

- **Principe :**

Estimer la date à laquelle ces trois stades sont atteints pour 50% des plantes.

- **Mise en place**

Du stade levée au stade 4 feuilles-début tallage, la notation se fait par visualisation globale de la parcelle, sans prélèvement. Du stade épi à 1cm jusqu'à la sortie de la dernière feuille : l'observation se fait par prélèvement et dissection du maître brin pour mesurer avec précision la hauteur de l'épi dans la tige.

1°) Prélever 20 plantes en parcourant la zone d'observation et, pour chacune, ne garder que la tige la plus développée (maître brin).

2°) Réaliser dans le même temps les observations maladies et ravageurs.

3°) Noter le stade de la culture sur une dizaine de tiges. Le stade est noté avec l'échelle de Zadocks (Cf. ci-contre)

A partir de dernière feuille, la notation se fait par visualisation globale de la parcelle, sans prélèvement.

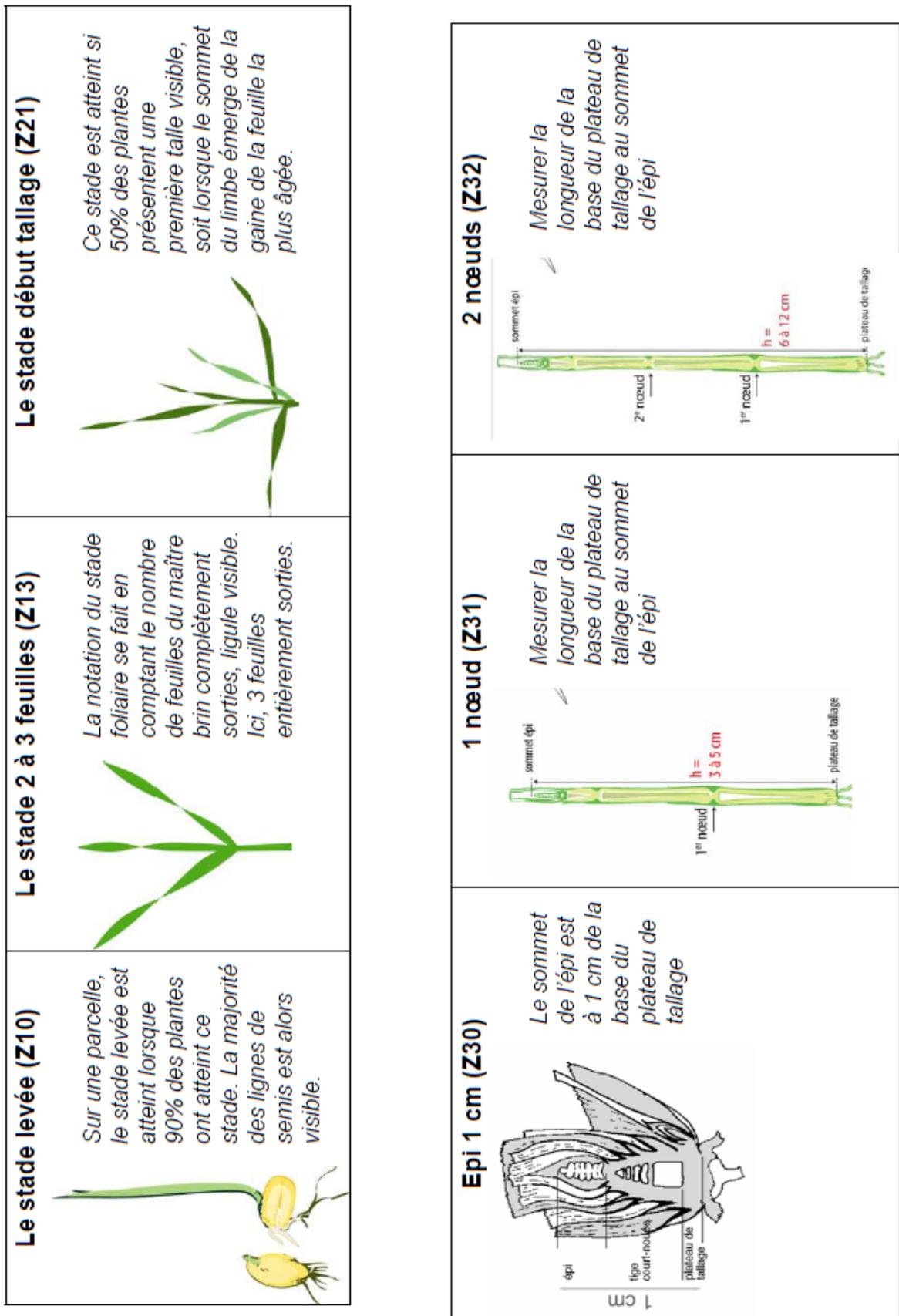
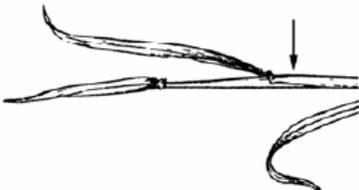


Figure 18 : Echelle stade de développement du blé

<p>Dernière feuille ligulée (Z39)</p> <p>limbe de la dernière feuille totalement déployé sur 50 % des plantes</p> 	<p>Mi-épiaison (Z55)</p> <p>50 % des épis à moitié sortis de la gaine</p> 	<p>Mi-Floraison (Z65)</p> <p>1ères étamines visibles au milieu de l'épi sur 50 % des épis</p> 
<p>Grain laiteux (Z75)</p> <p>s'écrase en laissant échapper un liquide blanchâtre</p>	<p>Grain pâteux (Z85)</p> <p>s'écrase plus difficilement en formant une pâte</p>	

➤ **Tournesol**

- **Objectifs :**

Estimer la date des stades : levée, B8, E2, F1, F4 et maturité physiologique d'une parcelle de tournesol.

- **Principe :**

Estimer la date à laquelle ces stades sont atteints pour 50% des plantes.

Les stades a identifié sont :

- Stade levée
- Stade B8 : 8 feuilles (feuilles dont la longueur du limbe est supérieur à 4 cm)
- Fin de la différenciation foliaire
- Stade E2 : fin de l'initiation foliaire. Le bouton se détache de la couronne foliaire.
- Stade F1 : début floraison 50% des plantes ont des fleurs ligulées perpendiculaires au plateau
- Stade F4 : fin floraison tous les fleurons ont fleuris. Les fleurs ligulées se fanent.
- Maturité physiologique : régression importante et rapide du nombre de feuilles vertes.

Germination - levée				
 <p>Stade A1 (09) Apparition des hypocotyles en crosse</p>	 <p>Stade A2 (10) Emergence des cotylédons - cotylédons étalés</p>			
Phase végétative : stade B1/ B2 (12) La première paire de feuilles opposées apparaît entre les cotylédons et mesure environ 4 cm de long ; les pétioles sont visibles du dessus.				
 <p>Stade B3/ B4 (14) La seconde paire de feuilles opposées apparaît et mesure environ 4 cm de long ; les pétioles sont visibles du dessus.</p>	<p>Stade B5 (15) La cinquième feuille a 4 cm de long et son pétiole est visible du dessus.</p>	<p>Stade Bn (19) La nième paire de feuille a 4 cm de long et son pétiole est visible du dessus.</p>		
Phase bouton floral				

Figure 19 : Stade de développement du tournesol

Source : TerresInovia



Stade F1 (61)
Le bouton floral s'incline ; les fleurs ligulées sont perpendiculaires au plateau.



Stade F3.2 (63)
Début floraison. Les trois cercles de fleurons les plus externes ont leurs anthères visibles et dégagées et leurs stigmates déployés. Les trois cercles suivants ont leurs anthères visibles et dégagées.



Stade F3.5 (65)
Les trois cercles de fleurons les plus externes ont été fécondés. Les trois cercles suivants ont leurs anthères et leurs stigmates visibles et déployés. Les trois cercles suivants ont leurs anthères visibles et dégagées. Les akènes de la périphérie sont gris.

Stade F4 (69)
Tous les fleurons ont fleuris. Les fleurs ligulées se fanent. Les akènes noircissent et leur tégument durcit.



Stade E1 (51)
Apparition du bouton floral étroitement inséré au milieu des jeunes feuilles : stade bouton étoilé.



Stade E2 (53)
Le bouton se détache de la couronne foliaire. Son diamètre varie de 0.5 à 2 cm. Les bractées sont nettement distinguables des feuilles.

Stade E3 (55)
Le bouton est séparé de la dernière feuille. Son diamètre varie de 3 à 5 cm.



Stade E4 (57)
Le bouton est nettement dégagé des feuilles à l'horizontale. Son diamètre varie de 5 à 8 cm. Une partie des bractées se déploie.

Stade E5 (59)
Le bouton est encore fermé. Les fleurs ligulées sont visibles entre les bractées.

Maturation

 <p>Stade M0 (80) Début maturation. Chute des fleurs ligulées. Le dos du capitule est encore vert.</p>	<p>Stade M1.1 (81) Le dos du capitule est vert citron à vert jaune. Les bractées sont vertes. L'humidité des graines avoisine 50%. Les tissus du réceptacle sont à plus de 80% d'humidité. Le tiers inférieur des feuilles est sénéscent.</p> <p>Stade M1.2 (83) Le dos du capitule est jaune pâle. Les bractées sont jaunes. L'humidité des graines avoisine 40%. La moitié inférieure des feuilles est sénéscente.</p> <p>Stade M1.3 (85) Le dos du capitule est jaune. Les bractées sont liserées de brun. L'humidité des graines avoisine 30%. Les tissus du réceptacle sont à moins de 80% d'humidité.</p>	<p>Stade M2 (87) Le dos du capitule est jaune. Les bractées sont au 3/4 brunes. L'humidité de la graine avoisine les 20%.</p>	 <p>Stade M3 (89) Le dos du capitule est marbré de brun. Les bractées sont brunes. La tige se dessèche. L'humidité de la graine avoisine les 15%.</p>	 <p>Stade M4 (92) Tous les organes de la plante sont brun foncé. L'humidité de la graine avoisine les 10%.</p>
--	--	--	--	---

➤ **Colza :**

• **Objectifs :**

Estimer la date des stades : levée, B₄, C₂, Floraison, G₄ et maturité physiologique d'une parcelle de colza.

• **Principe :**

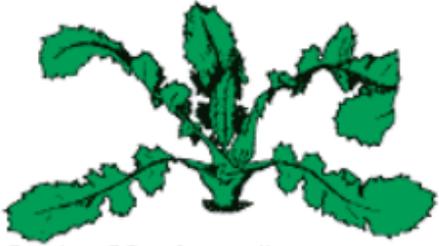
Estimer la date à laquelle ces stades sont atteints pour 50% des plantes.

A l'automne

 <p>Stade A Agrandir</p>	<p>A- Stade cotylédonaire</p> <ul style="list-style-type: none">• Levée : les jeunes plantes marquent la ligne.• Stade A (10) : stade cotylédonaire. Pas de feuilles "vraies". Seuls les deux cotylédons sont visibles (voir ci- contre).
 <p>Stades B1 et B4 Agrandir Agrandir</p>	<p>B- Formation de la rosette</p> <ul style="list-style-type: none">• Stade B : apparition des feuilles. Pas d'entre- noeuds entre les pétioles. Absence de vraie tige.• Stade B1 (11) : 1 feuille vraie étalée ou déployée (voir ci- contre).• Stade B2 (12) : 2 feuilles vraies étalées ou déployées.• Stade B3 (13) : 3 feuilles vraies étalées ou déployées.• Stade B4 (14) : 4 feuilles vraies étalées ou déployées (voir ci- contre).• Stade Bn (1n) : n feuilles vraies étalées ou déployées. <p>Jusqu'à B9 (19) ou davantage de feuilles étalées ou fin de la formation de la rosette.</p>

Figure 20 : Stade de développement du colza Source : TerresInovia

Au printemps

 <p>Stade C2 <i>Agrandir</i></p>	<p>C- Montaison</p> <ul style="list-style-type: none">• Stade C1 (30) : reprise de végétation. Apparition de jeunes feuilles.• Stade C2 (31) : entre- noeuds visibles. On voit un étranglement vert clair à la base des nouveaux pétioles. C'est la tige (voir ci-contre).
 <p>Stades D1 et D2 <i>Agrandir Agrandir</i></p>	<p>D- Boutons accolés</p> <ul style="list-style-type: none">• Stade D1 (50) : boutons accolés encore cachés par les feuilles terminales (voir ci- contre).• Stade D2 (53) : inflorescence principale dégagée. Boutons accolés. Inflorescences secondaires visibles. Au cours de ce stade, la tige atteint et dépasse la hauteur de 20 cm mesurée entre la base de la rosette et les bouquets floraux (voir ci- contre).
 <p>Stade E <i>Agrandir</i></p>	<p>E- Boutons séparés</p> <ul style="list-style-type: none">• Stade E (57) : les pédoncules floraux s'allongent en commençant par ceux de la périphérie (voir ci- contre).



Stade F1 [Agrandir](#)

F- Floraison

- **Stade F1 (60)** : premières fleurs ouvertes (voir ci- contre).
- **Stade F2 (61)** : allongement de la hampe florale. Nombreuses fleurs ouvertes.



Stade G1 et G4
[Agrandir](#) [Agrandir](#)

Dessins : A Gravaud

G- Formation des siliques

- **Stade G1 (65)** : chute des premiers pétales. Les 10 premières siliques ont une longueur inférieure à 2 cm. La floraison des inflorescences secondaires commence à ce stade (voir ci- contre).
- **Stade G2 (71)** : les 10 premières siliques ont une longueur comprise entre 2 et 4 cm.
- **Stade G3 (72)** : les 10 premières siliques ont une longueur supérieure à 4 cm.
- **Stade G4 (73)** : les 10 premières siliques sont bosselées (voir ci- contre).
- **Stade G5 (81)** : grains colorés

➤ **Pois :**

- **Objectifs :**

Estimer la date des stades : levée, début floraison d'une parcelle de pois.

- **Principe :**

Estimer la date à laquelle ces stades sont atteints pour 50% des plantes.

Germination hypogée

Les cotylédons restent dans le sol.



Levée

Elle est atteinte lorsque la deuxième écaille (deux premières feuilles de la base de la tige) est visible pour 80% des plantes.



Stade foliaire

Il correspond au nombre de feuilles sur la tige la plus développée : tige principale en pois de printemps (PP) et ramification en pois d'hiver (PH).

Emission des feuilles au rythme régulier de 50 à 55°C jour (base 0°C) entre 2 étages de feuilles.

Figure 21 : Stade de développement du pois

Source : TerresInovia



Boutons floraux

Les fleurs ne sont pas encore ouvertes. Les boutons floraux sont verts.



Début floraison (DF)

Le stade début floraison est atteint lorsque 50% des plantes du couvert présentent une fleur bien ouverte : l'étendard est complètement ouvert, les ailes ne sont plus soudées, la carène est bien visible, les pétales sont blancs.



Fin floraison (FF)

Ce stade est atteint lorsque 50% des tiges n'ont plus de fleur ouverte.



Stade limite d'avortement (SLA)

Le SLA est défini par la taille de la graine.

Au-delà de 8,5 mm de long, la graine de pois - alors de forme ovale - ne peut plus avorter. L'épaisseur de gousse est de 8-9 mm et la teneur en eau des graines atteint 85%.

Le SLA des graines du 1er étage marque le début du remplissage des graines (DRG) à l'échelle de la plante.



Maturité

La maturité physiologique est atteinte lorsque les graines du dernier étage formé présentent une teneur en eau inférieure à 55%, seuil à partir duquel il n'y a plus d'accumulation de réserves dans la graine.

A ce stade, le remplissage des graines est terminé et le rendement est fixé. Un jaunissement des parcelles est observé. On peut donc noter la date à laquelle 50% des plantes sont jaunes.

❖ Composantes de rendement par culture



Différentes composantes de rendement vont être estimées et/ou mesurées pour chacune des cultures.

Elles sont détaillées dans les fiches protocoles suivantes.

❖ **Détermination du nombre de plantes/m²(maïs et céréales)**

Issu de : (ARVALIS, 2015)

- **Objectifs :**

Estimation des composantes de rendement pour déterminer l'effet du contexte pédoclimatique et des pratiques culturales sur le rendement biologique de la culture étudiée.

- **Principe :**

Comptage du nombre de plantes sans prélèvement d'échantillons

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Piquet (pour délimiter la zone de relevé)
-

- **Mise en œuvre :**

Echantillonnage dans la zone de 20 m par 20 m :

Le nombre de placettes d'observation est, au minimum, de :

- Céréales à pailles, pois : 6 placettes de 2 mètres linéaires ou 0.25 mètre carré
- Maïs : 4 placettes de 10 mètres linéaires
- Remarque : les placettes de 2 ou 10 mètres linéaires correspondent à un comptage sur 2 rangs contigus sur 1 ou 5 mètre de longueur. En cas de semis à la volée (sans ligne de semis), ces placettes seront remplacées par un comptage dans un cadre de 0.25 mètre carré (0.5*0.5 m).

Les placettes doivent être réparties de la manière suivante :

- Exclure sur une parcelle les passages de roues et les extrémités de la parcelle
- Distance minimale entre 2 placettes : 0,50 m
- Il peut être nécessaire de matérialiser à l'aide de piquets l'emplacement de chaque placette pour réaliser des comptages ultérieurs (peuplement sortie hiver pour estimer les pertes hivernales, levée ultérieure en cas de suivi dynamique des levées, suivi physio...).

Mode opératoire

Les méthodes sont différentes selon le stade de la culture. Il est préférable de compter les plantes en place, avant le stade 4 feuilles (cas des céréales). Si le comptage est effectué après ce stade, il devient alors indispensable de prélever.

Du stade 2 feuilles au stade 3 feuilles inclus

Compter en place toutes les plantes présentes sur chaque placette. Cette méthode est rapide, non destructrice, et permet de calculer le nombre de plantes à la levée, première composante du rendement.

- **Expression des résultats**

NP = nombre total de plantes comptées sur une placette

R = nombre de lignes d'une placette

E = écartement entre lignes (en m)

L = longueur de la placette (en m)

Total du NP de toutes les placettes

Nombre de placettes * R * E * L

❖ **Détermination du nombre d'épis/m²** (maïs et céréales à pailles)

Issu de : (ARVALIS, 2015)

- **Objectifs :**

Estimation des composantes de rendement pour déterminer l'effet du contexte pédoclimatique sur le rendement biologique de la culture étudiée.

- **Principe :**

Comptage du nombre d'épis/m² sans prélèvement d'échantillons

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Piquet (pour délimiter la zone de relevé)
-

- **Mise en œuvre :**

Si, précédemment, les plantes n'ont pas été arrachées, compter tous les épis de chaque placette aux mêmes emplacements sans prélèvement. Sur la zone étudiée de 20 m par 20 m réaliser 6 placettes.

- **Expression des résultats**

Le nombre d'épis au m² pour une placette de comptage est égal à :

$$\frac{NE}{R \times E \times L}$$

NE = nombre total d'épis comptés sur une placette

R = nombre de lignes d'une placette

E = écartement entre lignes (en m)

L = longueur de la placette (en m)

Exemple : $\frac{200}{2 \times 0,20 \times 1} = 500$ épis au m²

Le nombre d'épis au m² de la parcelle (si toutes les placettes ont la même surface) est égal à :

$$\frac{\text{Total du NE de toutes les placettes}}{\text{Nombre de placettes} \times (R \times E \times L)}$$

Exemple : $\frac{200 + 194 + 230}{3 \times (2 \times 0,20 \times 1)} = 520$ épis au m²

❖ **Détermination du Poids de 1000 grains** (céréales à pailles et maïs) **et du nombre de grains/épi** (céréales à pailles)

Issu de : (ARVALIS, 2006)

- **Objectifs :**

Cette approche permet donc d'estimer ou de prédire le rendement. Estimation des composantes de rendement pour déterminer l'effet du contexte pédoclimatique sur le rendement biologique de la culture étudiée.

- **Principe :**

Dénombrement, pesée des grains entiers contenus dans un nombre d'épis fixés, permettant la déduction ou la prévision du poids de 1 000 grains et du nombre de grains.

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Piquet (pour délimiter la zone de relevé)
- Compteur de grains (Numigral)
- Etuve
- Balance (portance d'1 kg)

- **Mise en œuvre :**

Échantillonnage

Un seul prélèvement à maturité physiologique.

Mode opératoire

Au champ, prélever les épis, chaque épi d'une série de 50 devant être prélevé de manière consécutives. Mettre en sacs et identifier les traitements.

Les grains ayant à ces stades des teneurs en eau comprises entre 55 et 40%, mettre à étuver 24h à 130°C ou 48 h à 80°C (si des analyses d'azote Dumas sont réalisées par la suite) afin de faciliter le battage.

Battre les épis et recueillir les grains de chaque série de 50 épis. Faire un nettoyage par ventilation

Mettre les grains à l'étuve

Compter la totalité des grains de chaque série de 50 épis au NUMIGRAL

Etuver l'échantillon à :

-130°C pendant 24 heures

-80°C pendant 48 heures si des dosages d'azote (Dumas) sont effectués.

Peser

- **Expression des résultats**

Le poids de 1 000 grains en grammes est égal à : $M = \frac{P \times 1000}{N}$

P = poids des grains entiers en grammes après passage à l'étuve (exemple : 46,5 g)

N = nombre de grains entiers (exemple : 930)

Exemple : $M = \frac{46,5 \times 1000}{930} = 50,0 \text{ g}$

- Si les résultats sont à exprimer à une teneur en eau commerciale :
Le poids de mille grains à teneur en eau commerciale (M_{Ho}) se calcule ainsi :

$$M_{Ho} = \frac{M (100 - H)}{100 - H_0}$$

H = teneur en eau des grains humides (exemple : 38 %)

H_0 = teneur en eau commerciale (exemple : 15 %)

M = poids de 1 000 grains humides (exemple : 50,0 g)

Exemple : $M_{Ho} = \frac{62 \times (100 - 38)}{(100 - 15)} = 45.5$ g de grains à teneur en eau commerciale

Si les résultats sont à exprimer par rapport à 1 000 grains secs ($H_0 = 0$) :

Exemple : $M_{Ho} = \frac{62 \times (100 - 38)}{(100 - 0)} = 38.44$ g de grains à 0%

❖ **Détermination du taux de protéines** (blé tendre d'hiver)

- **Objectifs :**

Cette approche permet donc d'estimer le taux de protéines.

- **Principe :**

Utilisation d'un Infratec, après récolte des grains.

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Sac d'échantillonnage
- Infratec

- **Mise en œuvre :**

Lors de la récolte prélever des échantillons de grains pour ensuite réaliser une analyse via un Infratec pour déterminer le taux de protéines.

❖ **Peuplement par m² pour le tournesol, le colza et le pois et estimation de la régularité pour le tournesol**

Issu de : (Terres Inovia, 2015c)

- **Objectifs :**

Estimation des composantes de rendement pour déterminer l'effet du contexte pédoclimatique sur le rendement biologique de la culture étudiée.

- **Principe :**

Au minimum, compter sur 2 fois 10 mètres linéaires, en milieu de parcelle. Si le peuplement est hétérogène : 4 fois 10 mètres linéaires. Mesurer l'inter rang pour pouvoir ensuite calculer un peuplement à l'hectare.

- **Matériel :**

- Fiche de notation et crayon
- Piquet (pour délimiter la zone de relevé)
- Decamètre

- **Mise en œuvre du dénombrement des plantes/m² (colza, pois et tournesol)**

Sur la zone de 20 m par 20 m, identifier 4 placettes respectivement de 1 m² pour dénombrer par comptage visuel le nombre de pieds présents. Renseigner le résultat dans la fiche de notation.

Comptage sur 2 ou 4 fois 10 mètres pour le tournesol (pas de placette de 1 m²).

- **Mise en œuvre de l'estimation de régularité (spécifique du tournesol)**

Pour le tournesol, en plus de compter les plantes/m² il est nécessaire d'estimer la régularité du peuplement à l'aide d'une note située entre 1 et 9. Ces notes correspondent à trois situations possibles pour caractériser la régularité.

- Situation favorable : très régulier note de 7 à 9
- Situation intermédiaire : quelques manques sur la ligne note de 5 à 7
- Situation défavorable : note < 5 trou dans la parcelle, préjudiciable pour la productivité

❖ **Evaluation de la longueur du pivot et de l'élongation en colza**

Issu de : (Terres Inovia, 2015a)

- **Objectifs :**

L'évaluation de la longueur du pivot et l'élongation permet d'estimer dans quelle situation se situe le colza par rapport au potentiel de productivité à l'entrée d'hiver.

- **Principe :**

Mesure sur chaque plantes la longueur du pivot et celle de l'élongation afin de renseigner les résultats dans le tableau de notation. Ce tableau se divise en 3 classes qui indiquent si la culture se situe en situation favorable, intermédiaire ou défavorable.

- **Matériel :**

- Mètre
- Fiche de notation
- Cadrant d'un m²

- **Mise en œuvre**

A réaliser à l'entrée de l'hiver, au stade B₄ (4 feuilles) sur la période de novembre.

Arracher sur 4 placettes d'un m², 10 plantes au hasard. Pour chacune de ces dix plantes mesurer la longueur du pivot ainsi que la longueur de l'élongation.

Chaque résultat sera renseigné dans la fiche de notation de suivi ci-dessous, afin d'estimer dans quelle situation à l'entrée de l'hiver se situe le colza.

A partir de l'arrachage des 4 placettes de colza conventionnel (Conv) et 4 de colza innovant (Inn) :

- **Evaluer la longueur du pivot :** mesure sur 10 plantes/placette choisies au hasard
- **Evaluer l'élongation :** mesure sur 10 plantes/placette choisies au hasard



Nb de pivots dans chacune des classes	Placette 1		Placette 2		Placette 3		Placette 4		Moyenne	
	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn
Pivots inférieurs à 10 cm										
Pivots entre 10 et 15 cm										
Pivots supérieurs à 15 cm										

■ Situation favorable
 ■ Situation intermédiaire
 ■ Situation défavorable



Nb de plantes avec ou sans d'élongation	Placette 1		Placette 2		Placette 3		Placette 4		Moyenne	
	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn
Elongation inférieure à 5 cm										
Elongation supérieure à 5 cm										

Date d'observation :

Figure 22 : Grille de notation longueur pivot et élongation Source : TerresInovia

❖ **Pesées des parties aériennes pour le colza**

Issu de : (Terres Inovia, 2015a)

- **Objectifs :**

Déterminer par une pesée la biomasse aérienne afin d'ajuster la fertilisation au printemps grâce à la réglette colza disponible sur le lien suivant : www.regletteazotecolza.fr. La biomasse est un indicateur de la quantité d'azote absorbé par la culture.

- **Principe :**

Sectionner les parties aériennes pour réaliser une pesée de biomasse qui sera à renseigner pour utiliser la « réglette colza » afin d'obtenir un ajustement de la fertilisation à apporter.

- **Matériel**

- Sac
- Balance
- Etiquettes
- Couteau
- Feuille de notation

- **Mise en œuvre :**

Réaliser à l'entrée d'hiver et à la sortie d'hiver ce mode opératoire.

Couper au colet (ras du sol) tous les pieds de colza (de préférence secs) de la placette de 1 m², échantillonner chaque biomasse dans un grand sac. La biomasse est pesée et le poids est exprimé en kg/m².

Ce mode opératoire doit être répété sur 2 placettes si la zone est homogène et 4 placettes si elle est hétérogène afin d'être représentatif. Les placettes doivent être positionnées dans la zone homogène de 20 m par 20 m. Renseigner dans la grille de notation le poids de chaque placette. Une fois les deux prélèvements réalisés (entrée et sortie d'hiver) il est possible d'utiliser la réglette de colza.

Remarque : Pour le tourne-sol, il est possible d'utiliser l'héliotest.

❖ Détermination de la verse à la récolte et du nombre de pieds secs pour le colza

Issu de : (Terres Inovia, 2015a)

- **Objectifs :**

Identifier le % de verse et de pieds secs dans le colza pour déterminer le préjudice sur le rendement.

- **Principe :**

Réaliser une observation de la verse par un % de surface touchée et du % de pieds secs identifiés.

- **Matériel :**

- Grille de notation

- **Mise en œuvre :**

Verse :

Observer avant récolte le pourcentage de verse sur la zone de 20 m par 20 m et attribuer une note selon la classification suivante :

Verse (% surface versée) :

- Note 1 : 0 %
- Note 2 : 12.5 %
- Note 3 : 25 %
- Note 4 : 37.5%
- Note 5 : 50 %
- Note 6 : 62.5%
- Note 7 : 75 %
- Note 8 : 87.5%
- Note 9 : 100%

Pieds secs :

Observer le % de pieds secs avant récolte sur la zone de 20 m par 20 m :

< 20% non limitant pour le rendement

>50% très limitant (impact sur le rendement)

Si la cause des pieds secs peut être déterminée, la renseigner.

Ex de cause : phoma, enracinement, hydromorphie, sclérotinia, charançon de la tige, du bourgeon terminal,

❖ *Etat de l'enracinement du tournesol*

Issu de : (Terres Inovia, 2015c)

- **Objectifs**

Evaluer le potentiel du tournesol par rapport à son état d'enracinement

- **Principe**

Mesurer la longueur du pivot sur échantillon de plantes.

- **Matériel**

- Feuille de notation
- Mètre

- **Mise en œuvre**

A réaliser au stade B12 à E1. Sur quatre placettes au sein de la zone homogène, prélever respectivement sur chacune 10 plantes prises sur trois lignes contiguës.

Mesurer la longueur des pivots de chacune de ces plantes et compléter la grille de notation suivante.

Nb de pivot dans chacune des classes	Placette 1	Placette 2	Placette 3	Placette 4	Moyenne
Nb de pivots < à 10 cm					
Nb de pivots entre 10 cm et 15 cm					
Nb de pivots > à 15 cm					



Situation favorable >



Situation intermédiaire



Situation défavorable

Figure 23 : Grille de notation état de l'enracinement du tournesol

Source : TerresInovia

❖ Poids frais aérien pour protéagineux

Issu de : (Terres Inovia, 2015b)

- **Objectifs**

Evaluer la biomasse de la culture afin d'estimer son potentiel.

- **Principe**

Prélèvement de plantes et pesées en laboratoire.

- **Matériel**

- Feuille de notation
- Balance
- Sac d'échantillonnage et étiquettes

- **Mise en œuvre**

De mi à fin floraison, couper l'ensemble des plantes d'une placette d'1m² à la base. Peser le poids frais de l'échantillon au laboratoire. Renseigne le poids en g dans la grille de notation suivante. Réaliser par parcelle quatre placettes à l'intérieur de la zone homogène.

À réaliser sur 4 placettes d'un m².

	Placette 1	Placette 2	Placette 3	Placette 4	Moyenne/m ²
Peuplement (nb de plantes)					
Poids partie aérienne (g) : toutes les plantes					

Figure 24 : Grille de notation Poids frais aérien pour protéagineux

Source : TerresInovia

❖ Estimation du nombre de gousses/plantes et nombre d'étages fructifères/plantes puis par m² (protéagineux)

Issu de : (Terres Inovia, 2015b)

- **Objectifs**

Evaluer les composantes de rendement des protéagineux.

- **Principe**

Déterminer par comptage le nombre de gousses et d'étages fructifères par m².

- **Matériel**

- Feuille de notation

- **Mise en œuvre**

Nombre de gousses

A réaliser de mi à fin floraison. Compter sur 20 plantes prises au hasard dans la zone homogène, le nombre de gousses/plantes. Renseigner le résultat sur la feuille de notation ci-dessous.

Nombre d'étages fructifères

A réaliser de mi à fin floraison. Compter du nombre d'étage fructifères sur 20 plantes prises au hasard dans la zone homogène. Renseigner sur la feuille de notation le nombre d'étage fructifères par m².

❖ Hauteur moyenne des plantes (protéagineux)

Issu de : (Terres Inovia, 2015b)

- **Objectifs**

Caractériser la croissance des plantes.

- **Principe**

Mesure de la hauteur d'un échantillon de plantes.

- **Matériel**

- Feuille de notation
- Mètre ou pige graduée

- **Mise en œuvre**

A effectuer de mi à fin floraison. Réaliser sur 4 placettes d'un m² dans la zone homogène des estimations de hauteur de plantes à l'aide d'un mètre. Renseigner le résultat sur la feuille de notation ci-dessous.

	Placette 1	Placette 2	Placette 3	Placette 4	Moyenne/m ²
Peuplement (nb de plantes)					
Poids partie aérienne (g) : toutes les plantes					
Hauteur des plantes : note moyenne/placette					

Figure 25 : Grille de notation hauteur des plantes

Source : TerresInovia

❖ Estimation du nombre de siliques/m² sur colza

Issu de : (Terres Inovia, 2015a)

- **Objectifs**

Déterminer l'une des composantes de rendement du colza

- **Principe**

Estimer le nombre de siliques par plante de manière visuelle

- **Matériel**

- Feuille de notation

- **Mise en œuvre**

Sur quatre placettes d'un m², compter sur 10 plantes/placette choisies au hasard, le nombre de siliques par plantes. Réaliser une moyenne des placettes. Réaliser cette observation sur la zone homogène dans le cas d'arrachage des plantes.

Renseigner les résultats dans la grille de notation suivante.

Nombre de siliques par m² : compter les siliques sur 10 plantes/placette choisies au hasard

	Placette 1		Placette 2		Placette 3		Placette 4		Moyenne/m ²	
	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn	Conv	Inn
Nb siliques totales sur 10 plantes (A)										
Nb de plantes prélevées/m ² (B)										
Nb de siliques/m ² = (AxB)/10										

Figure 26 : Grille de notation nombre de siliques/m²

Source : TerresInovia



Protocoles ajustables :

Suivi de la culture et des bioagresseurs

❖ **Cartographie des vivaces**

Issu de : (RMT Florad et RotAB, 2013)



- **Objectifs :**
Suivre la présence et l'évolution des taches de vivaces.
- **Principe :**
Localiser la tache, estimer sa surface, et estimer les vivaces présentes (espèces et abondance avec les méthodes précédentes de dénombrement)
- **Matériel :**
 - Matériel de géo référencement
 - Fiche de notation
 - Décamètre
- **Mise en œuvre :**
Sur la zone de 20 m par 20 m géo référencer les taches de vivace que l'on souhaite suivre.
Mesurer leur surface.
Au sein de cette tache réaliser les protocoles listés précédemment pour caractériser les espèces et l'abondance (Cf. protocole Relevé de la flore adventice, notation globale d'abondance et/ou Note de satisfaction de l'enherbement)
Ce protocole est à réaliser au minimum, en début et en fin d'expérimentation.

❖ **Analyse de résistance aux herbicides (vulpin et ray-grass)**



- **Objectifs :**
Evaluer si des adventices présentes dans les parcelles sont résistantes aux herbicides.
- **Principe :**
Après test en laboratoire par pulvérisation d'herbicides, évaluation de la résistance ou non d'une adventice.
- **Mise en œuvre :**
Lors de la commande avec le laboratoire, un protocole d'échantillonnage sera détaillé par le prestataire lui-même.
Cette analyse doit être réalisée au minimum en début et en fin d'expérimentation.

❖ **Suivi des limaces par comptages de plantules attaquées**

Issu de : (Simmonneau et al., 2015)



- **Objectifs :**

Suivre la dynamique de population des limaces ainsi que leurs dégâts. Evaluer le risque limace au niveau de la parcelle. Evaluer l'impact des systèmes sur la population des bioagresseurs.

- **Principe :**

Comptages des plantules attaquées entre la levée et le début tallage et piégeage des limaces.

- **Matériel :**

- Piège à limace
- Feuille de notation

- **Mise en œuvre :**

Comptages des plantules attaquées :

Entre la levée et le début de tallage pour les céréales à pailles, choisir au hasard 5 lignes de semis, espacées les unes des autres de quelques mètres. Sur chaque ligne de semis, compter 5 plantules consécutives le nombre de plantules attaquées. Noter dans Vigicultures les résultats de la feuille de notation.

Piégeage des limaces :

Avant la levée jusqu'au début tallage utiliser des pièges de type INRA proposés par « Bayer » ou « De Sangosse ».

Disposer sur la zone de 20 m par 20 m un minimum de 4 pièges de 0.25 m² espacés d'au moins 5 mètres les uns des autres.

Avant la pose, humidifier les pièges à saturation par un trempage préalable.

Ne pas arroser le sol au moment de la pose pour avoir une vision du risque tel qu'il est au moment de la pose du piège.

Poser les pièges la veille du relevé, de préférence en soirée pour éviter le dessèchement qui se produit dans la journée, face aluminium du piège visible.

Relever les pièges le lendemain matin avant la chaleur. Effectuer un comptage des limaces (unité : nb par m²) selon les 6 classes suivantes :

- Limaces grises adultes, jeunes (<=1cm),
- Limaces noires adultes et jeunes (<1cm),
- Limaces autres adultes et jeunes (<=1cm).
-

Avant chaque nouvelle estimation, déplacer les pièges de quelques mètres et ré humidifier la face du piège en contact avec le sol, si nécessaire, sans arroser le sol. Renouveler les comptages chaque semaine, pendant une durée suffisante selon les conditions météorologiques et la présence continue de limaces. Le piégeage présente un intérêt en période humide, par contre, il paraît inutile de le mettre en œuvre en période sèche ou en période de gelée. Eviter de piéger juste après un travail du sol très récent.



Protocoles ajustables :

Suivi de la culture intermédiaire

❖ Biomasse et azote absorbé des cultures intermédiaires

Issu de : (Laurent, 2002)



- **Objectifs :**

Mesure de la biomasse et quantification de l'absorption d'azote des parties aériennes du peuplement au cours de sa croissance.

- **Principe :**

Prélèvement par une coupe directe des plantes (sauf pour le radis). Mesure de la biomasse et envoi d'échantillons vers un laboratoire pour analyse de la teneur en éléments minéraux dont l'azote.

- **Matériel :**

- 1 mètre
- Cisailles ou Cutter
- Sacs et étiquettes
- Etuve ventilée lente
- Paniers à étuve
- Balance d'une portée de 1 à 3 kg, graduée à 0,01 ou 0,02 g

- **Mise en œuvre :**

Echantillonnage :

Repérer les placettes de prélèvements. Sur la zone étudiée réaliser 6 prélèvements. Chaque placette se compose de 2 rangs adjacents de 1 m linéaire ou d'une surface de 0,5 x 0,5m. La distance minimale entre 2 placettes doit être de 0,5m. L'écartement entre rangs est mesuré soit sur le semoir (écartement entre éléments semeurs) soit au champ (distance moyenne entre rangs déterminée à partir de trois mesures de la distance séparant 11 rangs consécutifs soit 10 intervalles).

n = nombre de placettes par parcelle élémentaire destiné à chaque prélèvement

s = surface d'une placette (2 mètres linéaire x distance moyenne entre rangs) exprimée en m².

Mode opératoire au champ :

Arracher les plantes avec un peu de leurs racines pour chacune des placettes.

Éliminer la terre adhérent aux racines, puis sectionner les racines au ras du plateau de tallage (céréales) ou du collet (moutarde et phacélie). Pour le radis fourrager, la mesure de biomasse prend en compte les parties aériennes ainsi que le pivot.

Mettre en sac et identifier.

Mode opératoire au laboratoire :

Peser la masse verte de chaque placette (**BMF**)

Constituer un sous échantillon représentatif de la masse verte de chaque parcelle (regroupement des placettes d'une même parcelle) par grappillage au sein de celle-ci d'une quantité de plantes permettant de remplir un panier d'étuve.

Peser **immédiatement** le sous échantillon frais et identifier l'échantillon.

Sécher l'échantillon :

- 48 h à 80°C si dosage de l'azote
- 24 h à 105°C si aucun dosage ultérieur n'est réalisé

Peser l'échantillon sec à la sortie de l'étuve (**BMS**).

$EH = \text{masse de l'échantillon humide}$ et $ES = \text{masse de l'échantillon sec}$

Préparation de l'échantillon pour analyse d'azote

De l'ordre de 100 g de matière sèche sont nécessaires pour assurer le broyage et l'analyse au laboratoire. Dans le cas d'un échantillon moyen, regrouper l'ensemble du matériau séché afférent à un même traitement dans le même emballage. Bien identifier l'échantillon et fermer soigneusement l'emballage.

Envoyer les échantillons pour analyse (mesure de N total selon la méthode DUMAS) au laboratoire en ayant préalablement compléter la fiche de renseignements (demander une analyse de l'humidité résiduelle en plus de celle de l'azote). Les échantillons doivent être emballés proprement dans un sac (plastique ou papier), regroupés par essai lors de l'expédition.

- **Expression des résultats :**

Biomasse sèche (MS) en t.ha⁻¹

- Si l'ensemble des plantes récoltées ont été séchées, %MS= ES/EH ; **MS** = BMF/S*%MS

Quantité d'azote accumulé dans la biomasse aérienne :

Soit N la teneur en azote (en % de l'échantillon sec).

Nabs (kg.ha⁻¹) = MS (t.ha⁻¹) x N % x 10



Récapitulatif des protocoles à réaliser par culture

Les schémas et tableaux suivants reprennent pour chaque culture l'ensemble des protocoles à réaliser au cours d'une campagne.

- Céréales d'hiver : Blé, Orge, Triticale
- Maïs grain
- Colza
- Tournesol
- Pois et féverole
- Culture intermédiaire

De manière générale :

Un profil cultural sera réalisé sur la culture en année 1 et en dernière année d'expérimentation. Pour les années intermédiaires, un test bêche par campagne pourra être réalisé.

Une analyse de terre complète (granulométrique, physico-chimique et biologique) sera réalisée en année 1.

L'analyse de terre pour les indicateurs biologique se réalisera ensuite chaque année.

Une analyse physico-chimique sera effectuée en fin d'expérimentation.

❖ Céréales d'hiver : blé, orge ou triticale

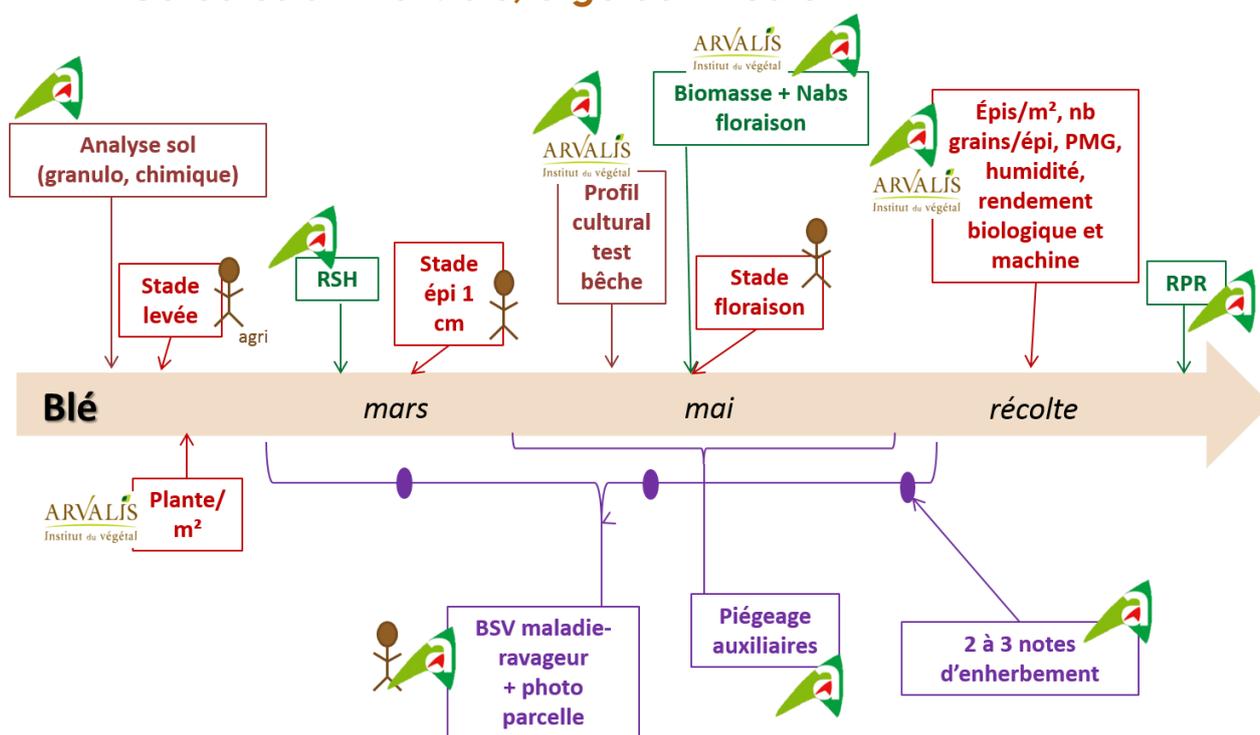


Figure 27 : Récapitulatif des protocoles à mettre en place sur céréales d'hiver Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser sur céréales à pailles

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour les céréales à pailles	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Date du stade de levée	Levée à début tallage
Notation enherbement	
Photo de la parcelle	
Plantes/m ²	
Photo de la parcelle	Epi 1 cm
RSH	
Date du stade épi 1 cm	
Notation enherbement	Floraison
satisfaction de l'enherbement	
Photo de la parcelle	
Date stade floraison	
Biomasse et Nabs	
Profil cultural (en début et en fin d'expérimentation)	Récolte
Photo de la parcelle	
Rendement biologique (épis/m ² , humidité, PMG, nb grains/épi)	

❖ Maïs grain

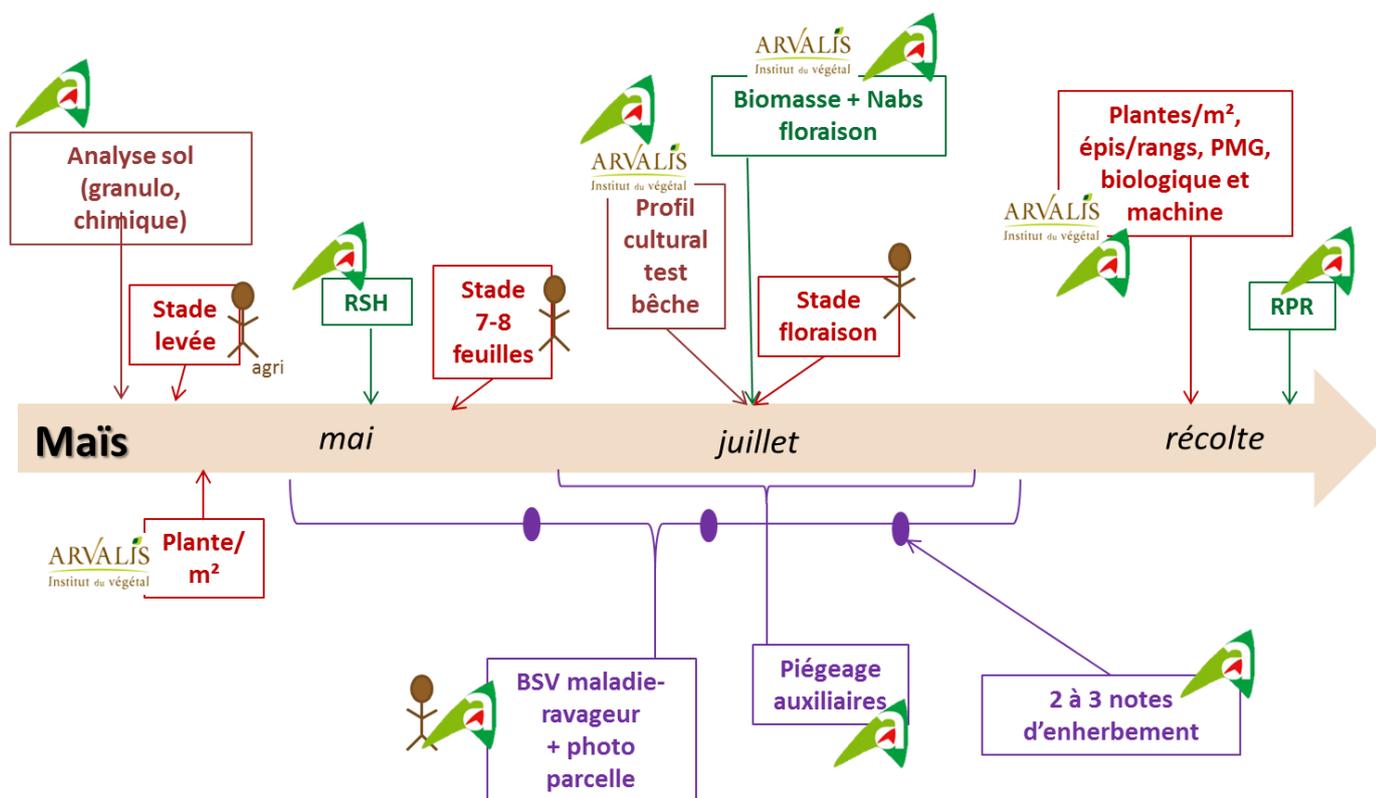


Figure 28 : Récapitulatif des protocoles à mettre en place sur maïs Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser sur maïs

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour le maïs	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Qualité d'implantation (placement de la graine, photo de l'état du sol)	Au semis
Date de la levée	
RSH	Levée
Photo de la parcelle	
Date stade 7-8 feuilles	
Notation de l'enherbement	7-8 feuilles
Photo de la parcelle	
BSV	Tout au long du cycle
Date du stade floraison	
Photo de la parcelle	Floraison
Biomasse et N abs	
Rendement biologique (épis, PMG, humidité, pesées)	32% d'H ₂ O
RPR	Après récolte

❖ Colza

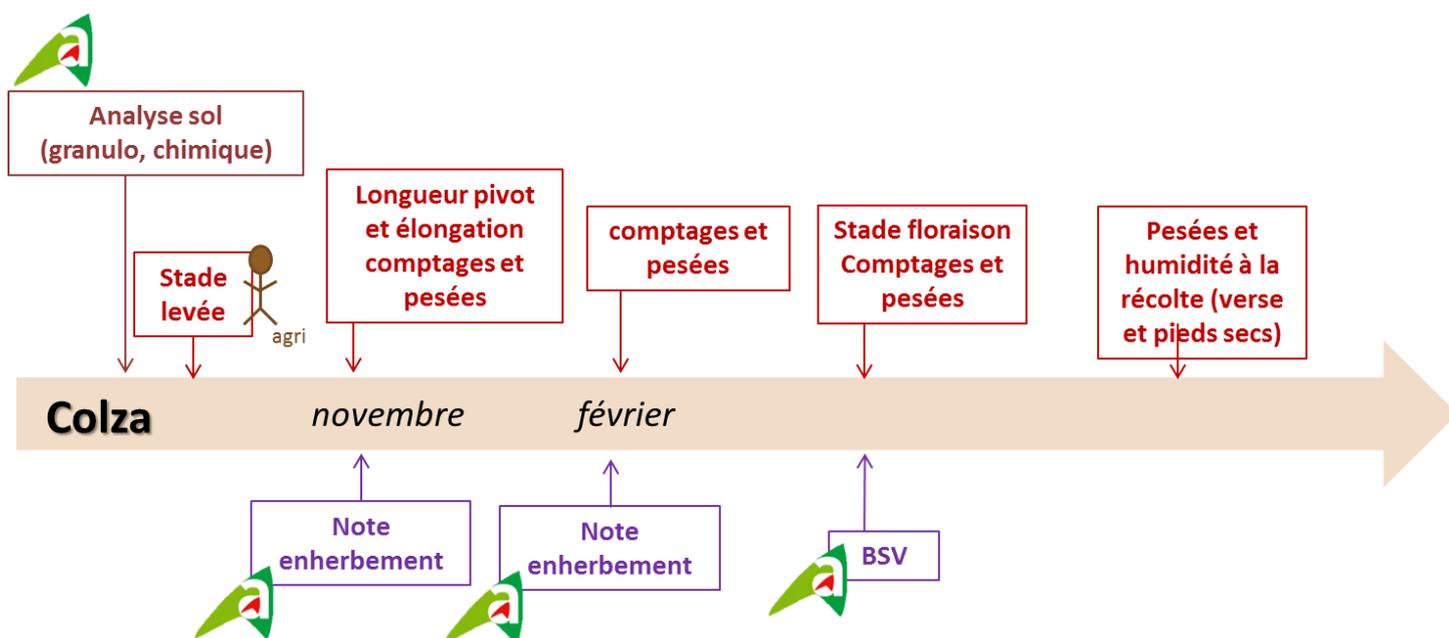


Figure 29 : : Récapitulatif des protocoles à mettre en place sur colza Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser sur colza

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour le colza	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Notation adventice	Entrée d'hiver stade B ₄ (novembre)
Estimation de la longueur des pivots	
Estimation de l'élongation	
Comptage et pesées	
Photo de la parcelle	
Notation adventice	Sortie d'hiver (début février)
Comptage et pesées	
Photo de la parcelle	
Dégâts d'insecte	Floraison
Comptage et pesées	
Photo de la parcelle	
Nb de siliques	G ₄ 10 premières siliques bosselées
Comptage et pesées	
Photo de la parcelle	
Estimation de la verse	A la récolte
Estimation des pieds secs	
Pesées du rendement et humidité	

❖ Tournesol

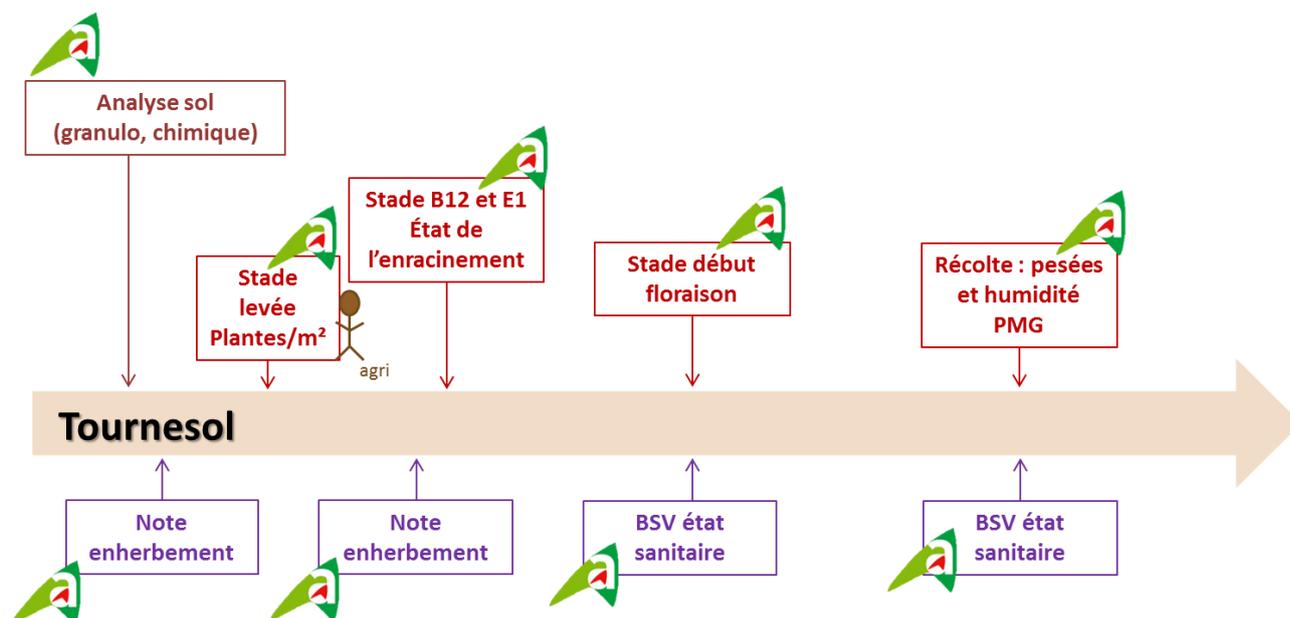


Figure 30 : Récapitulatif des protocoles à mettre en place sur tournesol

Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser sur tournesol

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour le tournesol	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Notation adventice	Début de la levée
Peuplement/m ²	
Notation adventice	Fin de la levée
Peuplement/m ²	
Photo de la parcelle	Stade B12 (12 feuilles à E1 (boutons étoilés))
Note de satisfaction de l'enherbement	
Etat de l'enracinement	
Photo de la parcelle	Floraison (F1-F3)
BSV état sanitaire	
Etat sanitaire	Récolte
Pesées et humidité	
PMG	

❖ Pois ou féverole

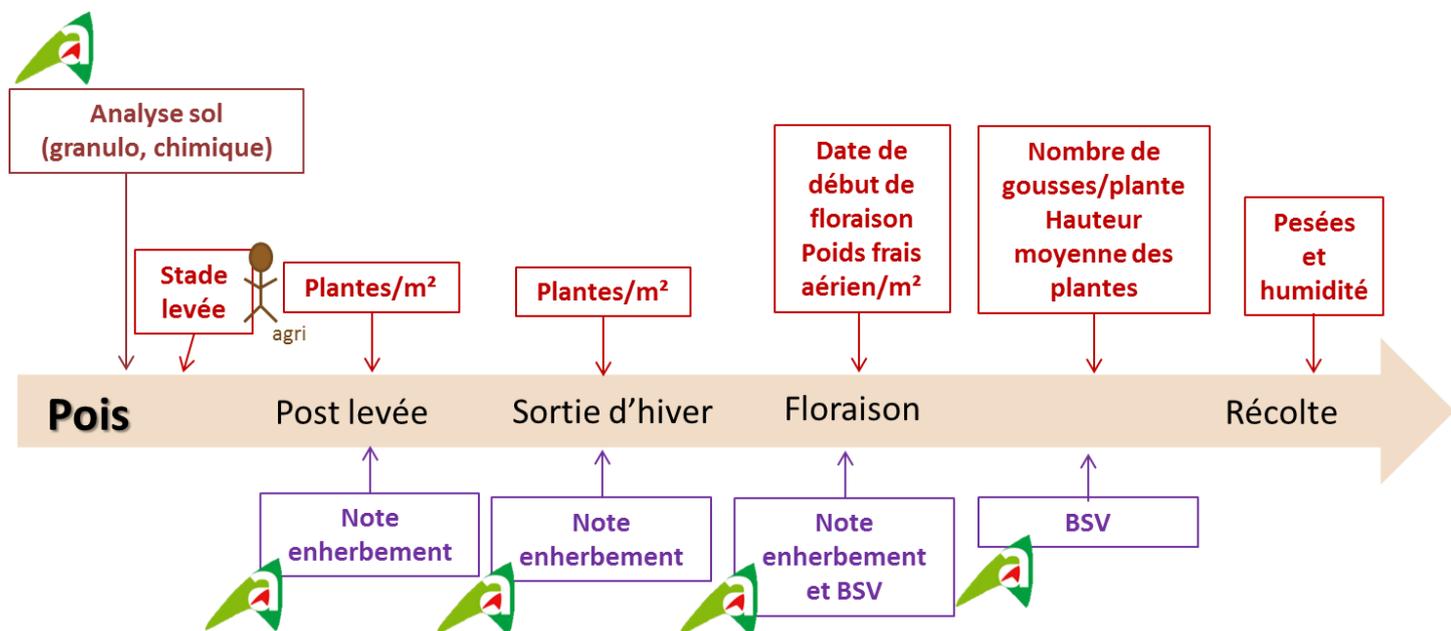


Figure 31 : Récapitulatif des protocoles à mettre en place sur pois ou féverole

Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser pour les protéagineux (féverole, pois)

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour les protéagineux	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Notation adventice	Post levée (15 à 20 jours après)
Photo de la parcelle	
Notation adventice	Sortie d'hiver
Peuplement/m ²	
Photo de la parcelle	Mi à fin floraison
Note de satisfaction enherbement	
Date de floraison	
Poids frais aérien/m ²	
Photo de la parcelle	Fin de cycle juste avant récolte
Nombre de plantes pérennes/m ²	
Nombre de gousses par plante	
Hauteur moyenne des plantes	Après récolte
Etat sanitaire BSV	
RPR	

❖ Culture intermédiaire



Figure 32 : Récapitulatif des protocoles à mettre en place pour les cultures intermédiaires

Source : SCInn'Auvergne

Programme des protocoles à réaliser pour les cultures intermédiaires

Fiche synthèse des protocoles à réaliser pour chaque culture (hors analyse de sol, profil cultural, analyse de résistance et BSV)

Protocoles à mettre en place pour les CI	Stade de la culture pour réaliser les protocoles
Biomasse et N abs	Avant la destruction de la culture

❖ **Calendrier annuel**

Culture	Stade/date	Tâches	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
		Saisie Systerre												
		Saisie SILENA												
		Photos des parcelles												
		Blé												
		Maïs												
		Colza												
		Tournesol												
		Pois												
		Lentille												
		Couvert												

BIBLIOGRAPHIE

Les protocoles adaptés ou repris sans modification, sont issus des références bibliographiques suivantes :

ARVALIS, 2006. Détermination : Poids de 1000 grains, nombre de grains par épi, teneur en azote des grains (grains issus d'épis en cours de remplissage). 2006.

ARVALIS, 2015. Détermination du nombre de plantes et d'épis par m². 2015.

ARVALIS, [sans date]. Choisir ses outils de travail du sol.

Auximore, 2014. Guide de terrain. Auximore cultivons les auxiliaires. 22 p

Celesta-Lab, 2015. Conseil pour le prélèvement et l'expédition d'échantillon de terre. 2015.

ISARA Lyon, 2016. La technique du profil cultural. La technique du profil. Disponible à l'adresse : <http://profilcultural.isara.fr/index.php>.

ISARA Lyon, 2016. Test Bêche : Guide d'utilisation

Laurent F., 2002. Détermination de la biomasse des cultures intermédiaires et de leur teneur en azote. 2002. ITCF.

RMT Florad et RotAB, 2013. Fiche méthode notice RotAB. ITAB. Disponible à l'adresse : <http://www.itab.asso.fr/downloads/rotab/bao-adventices.pdf>. [Consulté le 15 mai 2016].

Simmonneau D., Taupin P., Couleaud P., Maufra J.-Y., Robin N. et Vacher C., 2015. Vigicultures® Mode opératoire observations Blés. Vigicultures. Disponible à l'adresse : http://www.vigicultures.fr/w_fix_login.php. [Consulté le 15 juillet 2016].

SolAB, 2013. Evaluer la capacité d'infiltration d'un sol : Test simplifié d'infiltrométrie de Beer Kan.

Terres Inovia, 2015a. Diagnostic colza. 2015.

Terres Inovia, 2015b. Diagnostic protéagineux. 2015.

Terres Inovia, 2015c. Diagnostic tournesol. 2015.

Vigicultures, 2013. Vigicultures. Vigicultures. Disponible à l'adresse : http://www.vigicultures.fr/w_fix_login.php.

SCInn'Auvergne

Un réseau expérimental de Systèmes de Culture
Innovants et Performants en Auvergne



SCInn'Auvergne bénéficie du soutien financier de :



Document réalisé dans le cadre du projet SCInn'Auvergne.

Ce document n'est en aucun cas diffusable pour d'autres usages sans avis préalable des auteurs.